



Steeven Faria Leite

**Projeto de habitáculo inclusivo e modular para
estudantes universitários**



Steeven Faria Leite

Projeto de habitáculo inclusivo e modular para estudantes universitários

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica da Doutora Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e sob a co-orientação do Doutor Eduardo Jorge Henriques Noronha, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

Aos meus papás, Paula e David

o júri

Presidente

Prof. Doutor Gonçalo João Ribeiro Gomes

Professor auxiliar, Universidade de Aveiro

Arguente

Prof. Doutor José António de Oliveira Simões

Professor coordenador c/ agregação, Esad – Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos

Doutora Maria Paula Trigueiros da Silva Cunha

Professora auxiliar, Universidade do Minho

Co-Orientador

Doutor Eduardo Jorge Henriques Noronha

Professora Auxiliar Convidado, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus orientadores, Professora Mónica Correia e Professor Eduardo Noronha, pelo interesse, incentivo, disponibilidade, sabedoria, pragmatismo, confiança e paciência na construção deste trabalho. Vejo neles a referência de profissionalismo que pretendo alcançar.

Com este trabalho encerro um ciclo de estudos muito importante. Sendo assim quero agradecer em especial aos meus pais por todo o amor, dedicação e apoio durante toda a minha vida e pelos valores e ensinamentos que sempre me transmitiram. Quero também agradecer a uma pessoa muito especial que nos momentos de fraqueza, cansaço e dúvidas me apoiou sem limites. Agradeço a toda a família e amigos que me viram crescer.

Por último, a todos os colegas de turma com que me cruzei durante a minha vida nestes anos de curso, com os quais tive a oportunidade de aprender novas lições e instruções. Sem esquecer os colegas de casa, pelo laço familiar, união e entreajuda.

palavras-chave

Habitação individual modular; Estudante universitário; Construção bioclimática

resumo

Nos últimos 15 anos, os alunos que ingressam no ensino superior têm vindo a aumentar progressivamente. Neste momento, 32,5% dos estudantes prosseguem os seus estudos académicos universitários. Este crescimento tem como consequência o aumento de alunos deslocados, os quais procuram alojamento capaz de suprir as suas necessidades com custos comportáveis.

A oferta, por parte das instituições está longe de equivaler à procura, pelo que o estudante recorre frequentemente à oferta de alojamento junto de agentes privados que, com a limitada oferta no mercado imobiliário de arrendamento, exploram os orçamentos das famílias.

O projeto de habitáculo inclusivo e modular para estudantes universitários abordado surge no âmbito do estudo dessa problemática. Desse modo, o desenho do módulo desenvolve-se e evolui pela interpretação desse cenário e em complementaridade de intervenção pelas disciplinas do Design e da Engenharia, conscientes da especificidade que um projeto dirigido a uma comunidade académica, pensante, industrial-revolucionária, integradora-universal exige. A abordagem passa pela investigação do *modus vivendi* do estudante, de forma a dotar o espaço das condições de conforto necessárias à utilização diária desse espaço pelos seus utilizadores.

A pertinência da eficiência energética e sustentabilidade alia-se à construção bioclimática no sentido de diminuir custos de operação e manutenção ao longo do ciclo do produto.

Na presente dissertação encontra-se desenvolvida, uma análise do estado de arte, estudo do perfil do utilizador e o projeto de desenvolvimento, considerando uma matriz de universalidade de uso, bem com uma proposta final para a prospeção do desenvolvimento integral da habitação.

keywords

Modular individual housing; College student; Bioclimatic construction

abstract

In the last 15 years, the number of students entering higher education has been increasing steadily. Presently, 32.5% of students continue their academic studies. This growth has resulted in the increase of the number of displaced students who look for accommodation capable of suppressing their needs at affordable costs. The supply granted by institutions is far from meeting the demand, therefore students often resort to looking for accommodation next to private agents who, on account of the low supply of the rental property market, exploit the families' budgets. The universal modular housing covered here arises in the context of the research of this issue.

To such degree, product design is taken to effect based on a broad contextualization, in a dialog between Engineering and Design, aiming for a communication with an academia that is known to be a thinking agent, that is also industrial and revolutionary and must be a space prepared to universally integrate all students.

The approach is, therefore, to investigate the *modus vivendi* of the student, as to provide the module user the appropriate comfort. The relevance of the energy efficiency and sustainability is allied to the bioclimatic construction in order to decrease costs of operation and maintenance throughout the product life cycle. In the present dissertation, a state of the art, a user study and a development project are integrated, in an evolution reflected in the universal adaptability intended, as well as a final proposal for the prospect of the integral development of housing.

Índice

Introdução.....	1
Problema e enquadramento.....	1
Objetivo	3
Metodologia de investigação.....	3
Capítulo 1 – Estado da Arte	5
Micro arquitetura.....	5
Construção industrializada	8
Construção pré-fabricada, modular e móvel	10
Economia do espaço	12
Espaço Interior Doméstico	12
Conforto.....	16
Sensação de bem-estar	16
Conforto Térmico.....	18
Soluções sustentáveis e eficientes	19
Consumo energético em Portugal.....	19
<i>Passive house e LEED house</i>	21
Construção Bioclimática	22
Orientação solar e clima em Portugal	24
Conclusões.....	25
Capítulo 2 – Utilizadores	27
Análise da oferta.....	27
Residências universidade de Aveiro	27
Casos de estudo.....	28
Análise do perfil do utilizador	31
Comportamento dos utilizadores.....	32
Consumo de energia	34
Conclusões.....	38
Capítulo 3 – Projeto.....	39
<i>Project brief</i>	39
Conceito	39

Desenvolvimento concetual	41
Prototipagem física.....	45
Prototipagem virtual	46
Transporte da habitação	47
Estudo do comportamento térmico da habitação.....	48
Definição das soluções construtivas	48
Avaliação do comportamento térmico	51
___ Sistema de aquecimento e arrefecimento.....	54
Apresentação final da habitação	55
Conclusão.....	69
Trabalhos Futuros	69
Referências	71
Anexos.....	75
CÁLCULOS AUXILIARES.....	76
FICHAS TÉCNICAS	78
TÉKETO (MODIKO)	78
MODULAR SYSTEM.....	79
SIT	80
FICTION FACTORY	81
JULAR	82
HABIMÓVEL.....	83
DMD MODULAR	84
LTG.....	85
KITUR	86
GOODMOOD	87
DUBLDOM.....	88
TINY STUDIO FLAT	89
Figuras auxiliares	90
Tabelas auxiliares	98

Índice de figuras

Figura 1 - Cadeira flexível	6
Figura 2 - Sofá-cama modular.....	7
Figura 3 - Estrutura multifuncional	7
Figura 4 - Estratégia pré-fabricado: painéis e método de montagem (Calapez, 2013)	11
Figura 5 – Vários exemplos de estruturas modulares (Calapez, 2013).....	11
Figura 6 - Exemplos habitações móveis (Calapez, 2013)	12
Figura 7 - “ <i>Total Furnishing Unit</i> ” bloco multifuncional, Joe Colombo 1971 (Adaptado: (Lemos, 2006))	13
Figura 8 - “ <i>Abitacolo</i> ”, Bruno Munari 1971 (Adaptado: (Lemos, 2006)).....	14
Figura 9 – Móvel modular IVAR, IKEA (Adaptado: página IKEA).....	15
Figura 10 - Número de consumidores de energia elétrica por localização geográfica e por tipo de consumo	20
Figura 11 - Evolução da dependência energética de Portugal (Fonte: DGEG, 2011).....	20
Figura 12 - Evolução dos consumos e geração de energia elétrica (Domingos, 2014)	21
Figura 13 - Comportamento do sol durante o ano (Lindade, 2018)	23
Figura 14 - Distribuição das atividades ao longo do dia (Torriti, 2017).....	35
Figura 15 - Casa Vanorden, São Paulo, Brasil	41
Figura 16 - Composição de alguns resultado da ferramenta <i>Brainstorming</i>	42
Figura 17 – Composição do desenho conceito desenvolvido.....	43
Figura 18 - Proposta de disposição do interior	44
Figura 19 - Composição do desenvolvimento concetual final.....	44
Figura 20 - Composição do interior	45
Figura 21 - Exemplo modelo físico.....	46
Figura 22 - Composição do protótipo virtual	47
Figura 23 - Divisão da estrutura em blocos	48
Figura 24 – Modelo de Habitáculo parametrizado em DesignBuilder.....	49
Figura 25 - Sistema tradicional vs <i>Único</i> (Adaptado: página web Olimpia Splendid).....	55
Figura 26 - Dimensões gerais da habitação	56
Figura 27 – Distribuição em banda dos módulos.....	57
Figura 28 - Imagem satélite (Adaptado: <i>Google Maps</i>)	57
Figura 29 - Planta da habitação	58
Figura 30 - Alçados da habitação.....	59
Figura 31 - Sistema VELUX	59
Figura 32 – Acessibilidade	60
Figura 33 - Disposição do interior	60
Figura 34 - Apresentação do interior.....	61
Figura 35 – Interação do utilizador com o interior.....	61
Figura 36 – Vista do interior	62

Figura 37 - Divisão da estrutura em blocos	62
Figura 38 - Planta EVVO MT.....	78
Figura 39 - Renderização exterior do módulo EVVO MT	78
Figura 40 - ECOCAMP COCOON.....	79
Figura 41 - Planta GREEN	80
Figura 42 – Renderização exterior do módulo GREEN	80
Figura 43 – Wikkellhouse: composição de 5 módulos.....	81
Figura 44 - Planta Treehouse Spot	82
Figura 45 - Treehouse Spot modelo T1	82
Figura 46 - Projeto exemplo Habimóvel.....	83
Figura 47 - Planta Student Housing	84
Figura 48 - Student Housing	84
Figura 49 – Renderização exterior e interior do módulo COODO	85
Figura 50 - Planta Geres	86
Figura 51 - Projeto exemplo Bungalow Kitur.....	86
Figura 52 - Planta Bungalow T0.....	87
Figura 53 – Bungalow GOOMOOD.....	87
Figura 54 - Planta Barn 23	88
Figura 55 – Modelo Barn 23.....	88
Figura 56 - Planta Tiny Studio Flat.....	89
Figura 57 - Tiny Studio Flat	89
Figura 58 - Definição do horário anual.....	90
Figura 59 - Definição horário semanal (formato diário)	90
Figura 60 - Divisão do consumo anual (teste 1)	91
Figura 61 - Divisão do consumo anual (teste 2)	91
Figura 62 - Divisão do consumo anual (teste 3)	92
Figura 63 - Gráfico dos ganhos internos, teste 1, mês janeiro	93
Figura 64 - Gráfico dos ganhos internos, teste 1, mês julho	93
Figura 65 - Gráfico dos ganhos internos, teste 2, mês janeiro	94
Figura 66 - Gráfico dos ganhos internos, teste 2, mês julho	94
Figura 67 - Gráfico dos ganhos internos, teste 3, mês janeiro	95
Figura 68 - Gráfico dos ganhos internos, teste 3, mês julho	95
Figura 69 - Gráfico dos ganhos internos, teste 4, mês janeiro	96
Figura 70 - Gráfico dos ganhos internos, teste 4, mês julho	96
Figura 71 - Composição da aplicação dos materiais da solução construtiva do interior para o exterior.....	97

Índice de tabelas

Tabela 1 - Valores de U (coeficiente de transmissão térmica)	31
Tabela 2 - Determinantes do comportamento dos ocupantes: divisão por categorias.....	34
Tabela 3 - Distribuição atividade ao longo do dia	36
Tabela 4 - Quadro resumo de iluminação e eletrodomésticos	37
Tabela 5 - Quadro resumo consumo águas sanitárias	37
Tabela 6 - Resultado da potência de aquecimento simulado	51
Tabela 7 - Resultado da potência de arrefecimento simulado.....	51
Tabela 8 - Resultado do consumo anual simulado	52
Tabela 9 - Alteração construtiva teste 4.....	54
Tabela 10 - Soluções construtivas avaliadas	98

Introdução

PROBLEMA E ENQUADRAMENTO

A escolha do tema de dissertação partiu da experiência pessoal e da profunda preocupação pelo estado atual e tendência do mercado na oferta de habitações a estudantes. Segundo o estudo da Universia Portugal, portal das universidades portuguesas ibero-americanas, considerando-se os últimos 15 anos, o número de alunos que ingressou no ensino superior aumentou em número cinco vezes. Neste momento, 32,5% dos alunos a frequentar o ensino secundário seguem os estudos académicos universitários. Verifica-se com este crescimento o aumento de alunos deslocados, que necessitam de habitações adaptadas às suas necessidades a custos razoáveis.

Atendendo a estes valores, a oferta de residências por parte das instituições são escassas comparando com a procura, levando os estudantes, alternativamente, a recorrer a agentes privados imobiliários, verificando-se recorrentemente exploração de orçamentos familiares no mercado de arrendamento temporário. Com este efeito, a dispersão dos alunos pelas áreas suburbanas tem-se manifestado num aumento de circulação de veículos públicos e privados nas áreas centrais da cidade, elevando-se os valores de poluição pelas emissões de CO₂.

Considera-se pertinente a intervenção do papel do Design e da Engenharia no desenvolvimento de uma solução capaz de gerar um espaço habitacional modular, adequado às necessidades diárias de um estudante universitário. Este carácter modular possibilitará às instituições gerir a capacidade de resposta por ano letivo, aumentando as tipologias de oferta. A valorização do projeto não se resume a aspetos formais do produto, abrange também a forma como este interage com o utilizador pela sua versatilidade, adaptabilidade e universalidade. O produto final destina-se a um setor de mercado onde o conceito de redução da pegada ecológica do produto está na ordem do dia, naturalmente desenhado sob a premissa de qualidade, sustentabilidade e eficiência de operações.

A abordagem nesta dissertação passa pela revisão do estado da arte, pela análise dos hábitos dos estudantes e das suas principais atividades diárias, com o objetivo de adaptar a habitação às suas necessidades de utilização. Assim, traça-se o perfil do utilizador da habitação, ambicionando desenvolver uma estrutura útil e confortável. Pretende-se analisar o mercado na procura de soluções diversas,

inovadoras e emergentes. Em conformidade, apresenta-se uma solução habitacional universal de uso singular, para acolhimento de estudantes universitários.

A realização da dissertação baseia-se no estudo e compreensão do conceito de habitação modular e da sua interação com o utilizador, traduzindo-se num equilíbrio entre a modularidade, funcionalidade e flexibilidade, capaz de fornecer uma peça inovadora que responda a necessidades de um setor específico.

OBJETIVO

A abordagem nesta dissertação passa pelo estudo do perfil de estudantes do ensino universitário e da sua atividade diária, compreender as rotinas de utilização da habitação, com o objetivo de projetar um abrigo capaz de responder às necessidades do utilizador. A pertinência da eficiência energética e sustentabilidade prevê-se que venha a constituir uma mais valia do ponto de vista do custo da habitação, bem como da sua viabilidade, enquanto produto num mercado onde a economia de energia se torna uma premissa de qualidade. O objetivo final passa pela apresentação de um projeto viável, onde a Engenharia e o Design se aliam para responder a questões como conforto térmico, versatilidade, habitabilidade, bem-estar e modularidade.

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

O presente documento divide-se em três capítulos principais, i) revisão do estado da arte, ii) investigação do perfil do utilizador e definição de perfis de utilização do espaço a projetar e iii) investigação aplicada, que se traduz no desenho de soluções concentradas em responder a um programa definido pelos capítulos anteriores.

O capítulo 1, destina-se à análise de temas pertinentes ao estudo e ao desenvolvimento de habitáculos modulares. A sua análise visa compreender o tipo de estruturas existentes, funcionamento de habitações modulares de pequenas dimensões, soluções sustentáveis e energeticamente eficientes. Durante a revisão levada a efeito dá-se particular atenção à análise de vários casos de estudo, particularizando a compreensão da relação do utilizador com o espaço físico interior.

O capítulo 2 foca-se no estudo do perfil de utilização desenvolvido para definir o âmbito e pertinência das intervenções projetuais na conceção do abrigo.

Por fim, o capítulo 3, destinado ao desenvolvimento concetual e enquadramento técnico das soluções preconizadas, configurado numa proposta alicerçada pelas conclusões dos capítulos anteriores.

Capítulo 1 – Estado da Arte

MICRO ARQUITETURA

A micro arquitetura apresenta-se como uma tendência crescente devido a dois fatores contrastantes. Enquanto que, por um lado existem pessoas com a necessidade de minimizar todo o espaço de uma habitação, para assim corresponder a um menor custo de manutenção, encargos fiscais, despesas, mas principalmente na construção da mesma, outros há que procuram estes ideais como uma filosofia de vida, habitando fora dos luxos, focando-se na alegria, qualidade e simplicidade da habitação. (Martins, 2013)

Este termo contrasta com a ideologia consumista do novo século, caracterizado pela acumulação de objetos, numa sociedade de excessos e luxos, querendo-se definir socialmente pelos bens adquiridos. A micro arquitetura define-se na habitação com os elementos mínimos necessários para uma vivência plena. De outro modo, há fatores ecológicos que se encontram diretamente influenciados por esta ideologia, o que remete para a diminuição do uso de energia associada à climatização, reduzindo, dessa forma, as emissões de dióxido de carbono no planeta.

Os fatores sociais são levados em conta pelo desenvolvimento constante da sociedade, que vê o seu número populacional aumentar ao longo das décadas do século XX, através do aumento da esperança de média de vida. Daqui surge a necessidade do desenvolvimento de infraestruturas públicas bem como um maior número de habitações, que conduzem à diminuição de áreas disponíveis de construção, com maior incidência em cidades. No entanto, é a diminuição do agregado familiar que tem maiores repercussões na procura por habitações com menores áreas. (Martins, 2013)

“(...) São os arquitetos alemães, junto com Le Corbusier, que insistirão no fato de que o problema da habitação mínima não é apenas aquele colocado por sua área, composição e o preço de seu aluguer. Trata-se também de obter que seus habitantes vivam “de outra maneira”. Para isso, não apenas a conceção e a construção devem ser racionalizadas, mas também o comportamento dos habitantes dentro das residências deve tornar-se racional. Para essa racionalização três

condições são essenciais... Viver de outra maneira, ou seja, que cada habitante tenha seu próprio quarto 'não importa quão pequeno', dirá Gropius; que a cozinha seja concebida de maneira a simplificar ao máximo o trabalho doméstico e que a mobília, enfim, não imite o mobiliário burguês, mas seja, ao contrário, concebida em função de uma manutenção simples, de condições de vida higiénicas e de um preço baixo.” (Kopp, 1990)

Vários conceitos são necessários para implementação de uma arquitetura desta tipologia. A quantidade, modularidade, multifuncionalidade e flexibilidade da arquitetura e dos produtos internos tornam-se fatores chave, conjugando-se com um pensamento de reordenação, reorganização e redefinição das necessidades do cotidiano do público alvo. (Folz, 2002). Todavia, a flexibilidade (Figura 1), modularidade (Figura 2) e multifuncionalidade (Figura 3) consideram-se termos que se complementam, obtendo-se flexibilidade através da multifuncionalidade, conseguindo-se alcançar pela modularidade. (Martins, 2013)

O fator da flexibilidade transporta-se pela facilidade de arrumação de determinado objeto ter um uso esporádico. A modularidade confere ao produto mais que uma funcionalidade, no entanto implica a sua alteração do estado físico. Por fim, a multifuncionalidade pela coesão de vários elementos num único só.



Figura 1 - Cadeira flexível



Figura 2 - Sofá-cama modular



Figura 3 - Estrutura multifuncional¹

As terminologias de flexibilidade e multifuncionalidade são de maior importância no desenvolvimento de um projeto. No âmbito da multifuncionalidade, este ideal consiste na inclusão de várias necessidades através de um só produto. A flexibilidade pode-se implementar com um carácter inicial, ou seja, o modo em que a arquitetura possa ser influenciada pelo público alvo, envolvendo-se no projeto, criando-se personalizações dentro de certos limites impostos pela infraestrutura. Por outro lado, a flexibilidade permanente, possibilita a alteração do espaço ao longo do seu período de vida útil, apoiado em três pilares: mobilidade, evolução e

¹ Composição composta de secretária, cama, armário e estante.

elasticidade. De outro modo, entende-se que a utilização de parâmetros fixos, como o caso dos móveis encastrados, devem ser eliminados para não conferirem ao espaço uma função específica. (Folz, 2002)

A mobilidade e evolução apoiam-se no desenvolvimento da estrutura interna ao longo do dia, no caso da mobilidade, conseguindo-se transformar um espaço em diferentes áreas, correspondendo às necessidades das pessoas. No termo da evolução, pensa-se numa ideologia de transformação da estrutura interna a médio e longo prazo, capaz de satisfazer as necessidades do aumento do agregado familiar. Porém, a elasticidade centra-se na exposição da habitação em vários ambientes. (Folz, 2002)

O estudo e aplicação de habitações de micro arquitetura influencia a habitação e o utilizador, isto é, o desenvolvimento de edificações reduzidas afetam os hábitos e por vezes obrigam a alterações do quotidiano do público alvo, sofrendo este uma adaptação necessária para uma tipologia habitacional diferente, com infraestruturas e produtos reduzidos ou minimizados. A minimização da habitação ocorre para além das suas cotas nominais, sendo áreas do edifício suprimidas ou aglutinadas com outras secções da habitação.

CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

Industrialização designa-se pela organização e produção em série do produto que se pretenda obter, com a consequência da otimização da eficiência e da qualidade do produto final. Pretende-se, com estes princípios, diminuir o número de horas nas etapas construtivas, reduzindo-se assim o custo e prazos de entrega. (Fernandes, 2009)

A metodologia da pré-fabricação ou a metodologia tradicional racionalizada são as grandes vias de construção industrializada:

“Em primeiro lugar a mão de obra e tecnologias artesanais foram substituídas pela máquina, realizada por operários e não por artesãos, e numa segunda fase foi descoberto o interesse de economizar também esta mão-de-obra não qualificada. Entrou-se então na época do taylorismo, de cronometragens e dos ritmos. (...) o resultado da fase dos ritmos é a automatização.” (Blachère, 1977).

Define-se a metodologia tradicional racionalizada pela sua flexibilidade de adaptação e de menor investimento, sobrepondo-se à pré-fabricação pelas condições do mercado mutável e disseminado.

“Utilizam-se materiais tradicionais, mas também com recurso a equipamentos especiais (...) Consegue-se obter maior produtividade através de uma maior racionalização e preparação do trabalho”.

A metodologia de pré-fabricação pretende manipular três pilares importantes da área construtiva: qualidade, preço e prazo. Entende-se que a *“prefabricação é entendida como a manufatura de elementos construtivos afastada do local onde eles serão erigidos e montados”* (Fernandes, 2009)

As exigências de uma aplicação racional das técnicas de prefabricação, segundo Reaes Pinto, especialista em pré-fabricação pela *Société Fiorio*, em Limoux (França) e coordenador do Centro de Investigação em Território, Arquitetura e Design da Faculdade de Arquitetura e Artes da Universidade Lusíada de Lisboa, são:

- Os elementos fabricados devem constituir uma percentagem significativa do volume e custos totais da construção;
- Obtenção de produtividade elevada, preços competitivos e de melhores níveis de qualidade, em relação à construção convencional e ao tradicional evoluído;
- Os elementos pré-fabricados devem facilitar e mesmo contribuir para o desenvolvimento de outras atividades a realizar em obra;
- A incidência do custo dos transportes deve ser baixa em relação ao custo total da construção;
- O tipo de técnicas e materiais aplicados devem adaptar-se aos recursos materiais e humanos existentes no país, bem como ao estágio de desenvolvimento industrial em que aquele se situe;
- Continuidade de mercado, dependente de uma realidade económica, das potencialidades do mercado e da forma como a empresa está organizada e organiza a sua produção. O objetivo será assegurar um mercado suficiente que possibilite uma produção contínua, mais do que uma produção em massa, por

grandes séries, difícil de se obter nos nossos dias e no nosso mercado. (Antunes, 2000)

Através da informação disposta, entende-se que a implementação do processo construtivo pré-fabricado tem como necessidade a continuidade uniforme e em simbiose de técnicas estruturais, espaciais e processuais. Permite-se assim entender todo um produto de forma única, contrariando a agregação de elementos como no método tradicional. No entanto, esta aplicação da pré-fabricação encontra-se dependente do volume e séries de produção, bem como assegurada a sua viabilidade de repetição em projetos nacionais, como à escala internacional. (Fernandes, 2009)

“É aqui que entra a indispensabilidade da coordenação dimensional a todos os elementos de construção, incluindo as suas ligações, o que envolve também uma tentativa de tipificação de juntas e de tolerâncias, possibilitando a aplicação da pré-fabricação aberta.” (Fernandes, 2009).

Construção pré-fabricada, modular e móvel

Como referido no subcapítulo anterior, a estratégia construtiva pré-fabricada baseia-se num desenvolvimento produtivo em série, de forma industrializada. No entanto, vários conceitos podem-se fundir com esta terminologia.

As habitações pré-fabricadas quando montadas, a sua figura assemelha-se aos métodos de construção tradicionais. A metodologia consiste na entrega dos planos para montagem e fixação no local (Figura 4). No entanto, todo o interior da solução é desenvolvido como o cliente pretender. Este desenvolvimento permite a montagem intuitiva, capaz de uma pessoa não qualificada o realizar segundo instruções. A rentabilidade deste processo é elevada, pela diversa conjugação de materiais, conseguindo-se adequar a qualquer orçamento. De igual forma, habitações pré-fabricadas têm a capacidade de adaptação a qualquer ambiente. (Calapez, 2013)

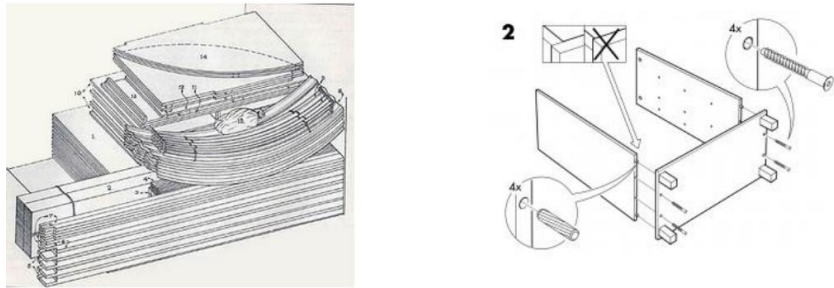


Figura 4 - Estratégia pré-fabricado: painéis e método de montagem (Calapez, 2013)

A estratégia modular recai sobre as ideias do pré-fabricado, com a diferença da construção integral do interior e exterior. As necessidades da subdivisão exigem-se devido à necessidade do transporte (Figura 5). O nível de mão de obra especializado é superior às habitações prefabricadas, requerendo mais tempo no desenvolvimento e construção. Estas habitações apresentam duas estratégias, que divergem da necessidade de pretender-se agrupar várias unidades modulares. Esta opção permite que cada módulo se possa tratar com uma divisão ou a expansão da mesma. (Kronenburg, 2008)



Figura 5 – Vários exemplos de estruturas modulares (Calapez, 2013)

Devido à integridade dos módulos para a expansão, Mark Lawson classificou as estruturas modulares em cinco categorias:

- i) Sistema modular fechado que consiste num módulo padrão, com possibilidade de empilhamento;
- ii) Sistema parcialmente aberto, adiciona a hipótese de ligação lateral entre módulos;
- iii) Sistema modular aberto, com capacidade de entreligar novos módulos em qualquer lateral;

- iv) Sistema construtivo de elementos modulares, divergente dos anteriores, o módulo como caixa é inexistente, no entanto a estrutura é desenvolvida em fábrica sobre dimensões padrão;
- v) Sistema misto, junção dos vários sistemas anteriores descritos num só projeto. (Lawson & Acgi, 2007)

Por fim, a estratégia móvel funde-se com as características de ambas as estratégias anteriores, com mais semelhanças com a modular. Denomina-se móvel pela característica de incorporar ou usufruir de possível incorporação a um meio motriz (Figura 6). No entanto, este volume mantém-se de forma isolada, sem possibilidade de expansão. De forma diferente das outras estratégias, a resistência dos materiais é tida em conta devido às forças sujeitas durante as deslocações, resultando de uma estratégia do uso de materiais leves e rígidos. A condicionante desta estratégia foca-se no peso e dimensão devido à legislação que regula o transporte. (Kronenburg, 2008)



Figura 6 - Exemplos habitações móveis (Calapez, 2013)

Dissecando-se estas três terminologias, conclui-se que a estratégia do pré-fabricado consegue garantir uma maior diversidade de construção, sendo que, pelo lado oposto, a modular e móvel consegue fornecer aos clientes um produto acabado, pronto a usar com garantias de fiabilidade. Estes dois últimos casos vão de encontro aos objetivos do projeto, sendo um produto chave na mão, permitindo a customização do produto de modo a adaptá-lo ao perfil do utilizador.

ECONOMIA DO ESPAÇO

Espaço Interior Doméstico

A Escola de Ulm em conjunto com a Bauhaus fomentaram a ideologia de um espaço interior configurável, na primeira metade do século XX. Durante este século empreendeu-se a necessidade do

desenvolvimento de interiores flexíveis e adaptáveis, fomentada pelo limite do espaço existente. A influência surgiu pelo estudo das casas tradicionais japonesas – modulação do espaço, paredes equipadas, ausência de móveis, divisões interligadas, mobiliário e equipamento multifuncional – com um conceito de um ambiente dinâmico nos interiores da habitação. Richard Buckminster Fuller em 1936, preocupado com o déficit de qualidade sanitário e na vertente da ideologia de casas pré-fabricadas, desenvolveu uma estrutura em bloco que correspondia a todos os elementos de uma casa de banho estampada, sobre uma armação metálica. A sua crença cultivava-se pela capacidade ilimitada dos seres humanos que, agrupando a tecnologia e o design, poder-se-ia chegar a um futuro mais positivo. Esta contribuição tornou-se inspiração para designers futuros na otimização de habitações de escala reduzida. (Lemos, 2006)

Inspirado na ideologia de Fuller, Joe Colombo e Bruno Munari debruçam-se no desenvolvimento de sistemas de blocos multifuncionais (Figura 7), inspirados por projetos espaciais. Esta tendência caiu no âmbito comercial, tendo-se ganho novos fundamentos para o contínuo desenvolvimento de espaços domésticos com economia de espaço. (Munari, 2014)



Figura 7 - “Total Furnishing Unit” bloco multifuncional, Joe Colombo 1971 (Adaptado: (Lemos, 2006))

“(...) O número de blocos é determinado pelos serviços: um bloco para sanitários, um para os armários, um para cozinhar e comer, um para repousar. Ao todo calcula-se um espaço de 50m² para duas pessoas (...)” (Munari, 2014)

Em 1971, Munari desenvolveu o projeto pioneiro que, nos dias correntes, se conhece como beliche. “*Abitacolo*” foi projetado para corresponder às exigências de jovens com um quarto de pequenas dimensões (Figura 8). Esta estrutura consegue-se resumir num beliche com cama na parte superior, com uma secretária na parte inferior. Contém ainda estantes para colocação de bens materiais. (Lemos, 2006)



Figura 8 - “*Abitacolo*”, Bruno Munari 1971 (Adaptado: (Lemos, 2006))

Estas ideologias não se perderam e continuam a inspirar designers e empresas na atualidade. IKEA, empresa sueca especializada no comércio de mobiliário, apresenta na nova coleção de conjuntos de estantes que incorpora uma mesa de apoio dobrável (Figura 9). Consiste numa estrutura em madeira, capaz de ajustar a altura das prateleiras conforme a necessidade do cliente. No módulo inferior, esta comporta uma mesa dobrável, ocupando o menor espaço possível no estado passivo. Ainda que este seja o requisito

primário, a mesa na posição fechada esconde um dos níveis de prateleira, podendo esconder objetos no interior. Para garantir estabilidade, a empresa sugere a fixação desta estante à parede, inviabilizando a possibilidade da queda da estrutura no momento em que a mesa se encontra em uso.



Figura 9 – Móvel modular IVAR, IKEA ²(Adaptado: página IKEA)

Por outro lado, o espaço interior doméstico confere uma interação com o seu utilizador. Assim sendo, é necessário prever as dimensões ergonómicas a que corresponde um humano para o desenvolvimento de estruturas confortáveis. Denomina-se esta análise como estudo antropométrico. Por norma, o interior de uma habitação secciona-se por 3 partes: social, privada e serviço. (Fonseca, 1994)

A zona social diz respeito à parte da habitação de interação coletiva e de entretenimento pessoal. Entende-se que as áreas de refeições e bem-estar se agrupam nesta zona, sendo necessário proporcionar meios adequados para o conforto do ou dos utilizadores, como por exemplo, uma iluminação adequada ao local. Seguindo-se, a zona privada corresponde à área do repouso, local do quarto

² Design: Sarah Fager e Eva Lilja Löwenhielm

preparado para o descanso, vestir e algum entretenimento – exemplo, leitura). Entende-se que seja necessária uma boa leitura do espaço de uma área privada, capaz de satisfazer a zona mais delicada da habitação. Por fim, a zona de serviços, pretende-se que estas áreas tenham uma boa ligação com as restantes estruturas da casa, permitindo ao utilizador desenvolver as atividades necessárias com fácil acesso. Associa-se a esta zona as divisões das casas de banho e cozinha, sendo necessário um espaço pensado para o movimento dos membros na sua amplitude por parte do utilizador. (Fonseca, 1994)

Ao longo do tempo, a casa deixa de ser projetada unicamente por arquitetos, para passar a ser projetada por arquitetos e engenheiros, procurando responder eficazmente a questões técnicas, para mais tarde introduzir o design. Na entrada da era moderna, a arquitetura exterior deixa de marcar a sua imponência, focando-se nas habitações de produção massificadas. As habitações encontram-se cada vez mais ligadas à disciplina do design pela capacidade no pensamento do modo de viver o interior, desenvolvendo-se sobre a forma que a habitação interage com o utilizador. (Milano et al., 2005)

“(...) propor uma atitude projetual que não comece por um projeto dado a ser aplicado a uma realidade (...) mas um que comece pelo pedido dos destinatários do mesmo projeto, dos subalternos que manifestam os seus desejos nas ruas (...)” (Milano et al., 2005)

Habitações de dimensões reduzidas desafiam a exclusão da área social, pelo que as restrições nas dimensões levam à supressão de espaços da casa. O modelo micro habitável confere ao utilizador uma componente privada para repouso e a prática do vestir, sendo a zona de serviço reduzida às necessidades mínimas para a vivência do habitante no seu quotidiano.

CONFORTO

Sensação de bem-estar

Estes termos são de difícil definição e por vezes ambíguos na sua aplicação, pelo que não admite generalizações. A qualificação máxima de um produto ou espaço envolve estes conceitos que resultam numa atribuição de máxima satisfação da adequação entre

o aspeto formal e o manuseamento dos objetos. Esta característica varia com a cultura e com as pessoas e a sensação de bem-estar e conforto deve-se com a contribuição de inúmeros fatores. (Silva & Santos, 2018)

Com a tentativa de encontrar pontos comuns, o psicólogo Edward Diener define que as concretizações dos requisitos primários dos utilizadores contribuem para uma satisfação de vida. Por outro lado, a criação de um ambiente sereno e relaxado transporta-se no equilíbrio dos cinco sentidos humanos – audição, visão, olfato, paladar e tato. (Diener, 2009)

A história, a evolução da tecnologia e os constantes movimentos arquitetónicos conduziu a uma evolução gradual das terminologias. A alteração constante dos modos de vida – desaparecimento de serventes por exemplo – e o carácter pragmático das novas invenções, aparecimento da eletricidade, não conduziu a uma perturbação significativa do conforto e bem-estar. O bem-estar encontra-se na origem da habitação e para a qual se destina. O desenvolvimento do conforto aplicado a habitações construiu-se através de um valor subjetivo dos utilizadores, no respeito da segurança, privacidade, lar e a beleza. (Rybczynski, 1987)

“(...) a construção da ideia de conforto aplicado à moradia deu-se de acordo com a evolução das aspirações subjetivas de seus ocupantes: primeiro, a busca pela segurança contra estranhos e intempéries; depois pela privacidade; seguida pela domesticidade, tornando este abrigo um lar; conforto ambiental e eficiência foram reconhecidos posteriormente; e por fim, foi valorizada a beleza, por meio do estilo e da austeridade.” (Silva & Santos, 2018)

De outro modo, a sensação de conforto e bem-estar ainda se transporta sobre um carácter corporal, antes ainda dos contextos socioculturais e ambientais. A ausência de desconforto sente-se pelo alívio da dor física do utilizador, através dos aspetos sensoriais humanos. (Schmid, 2005)

“A realização do conforto ocorre através de diferentes contextos. O primeiro deles, o contexto

físico, está ligado às necessidades físicas dos mecanismos corporais, como o metabolismo. O segundo é o contexto psíquico, relacionado com as crenças num plano espiritual e a uma consciência de si, o que pode ser exemplificado pelo conforto encontrado na religião; já o contexto sociocultural está ligado às relações familiares e sociais, bem como às tradições e rituais, podendo ser exemplificado pelo apoio da família ou pelo rito que precede o processo de alta no caso de internação. Finalmente, o contexto ambiental refere-se ao que se dá independente do ser humano – temperatura, som, odor, paisagem, entre outros, podendo ser exemplificado pela adequação das adaptações ambientais com a minimização de odores e ruídos e a disposição de mobiliário confortável” (Silva & Santos, 2018)

Em suma, encontram-se duas dimensões para o conforto na habitação: físico – segurança, eficiência, adequação ambiental – e subjetivo – território, lar, privacidade e beleza. Estas resultam do fator humano e da capacidade de influência da habitação sobre o utilizador, numa qualificação imensurável. Estes, podem ainda sofrer alteração sobre os aspetos culturais na diferença de crenças humanas que influencia a definição de conforto e bem-estar de pessoa para pessoa. O conhecimento do público alvo torna-se imprescindível para o melhor desenvolvimento da habitação, projetando-se de forma eficiente para responder a requisitos e crenças, bem como as necessidades corporais e ambientais. De forma empírica, vários autores identificam que estes fatores tornam as pessoas mais felizes o que aumenta a noção de qualidade de vida.

Conforto Térmico

A principal vertente do conforto térmico encontra-se relacionado com a temperatura no meio ambiente e a temperatura corporal do utilizador. Esta, não é mensurável de uma forma taxativa devido à sua avaliação psicológica, no entanto, o aspeto do conforto relaciona-se com a sensação de calor e frio percecionada pelo utilizador. Numa explicação redundante, o mecanismo do corpo ativado pela sensação de calor visualiza-se pelo meio da transpiração, sendo a velocidade sanguínea elevada para baixar a

temperatura corporal. No caso inverso, se a sensação for de frio, o corpo ativa o mecanismo de desacelerar a corrente sanguínea, mantendo ao máximo os níveis de temperatura regulados. Ora, o pretendido será o caso intermédio, em que o utilizador não sente nenhum tipo de desconforto, tendo um equilíbrio de temperaturas entre o seu corpo e a envolvente. Caso isto não aconteça, a variação pode atingir graus mais profundos no âmbito psicológico do utilizador, com a variação do humor. (J. M. M. V. da S. Alves, 2016)

Os conceitos de conforto térmico e bem-estar encontram-se interligados, assumindo um papel importante, e por vezes problemático, no pensamento da conceção de habitações que satisfaçam o público para a qual estas se encontram destinadas.

“(...) é a forma como cada um é articulado e operacionalizado na construção prática que é significativa e, em alguns aspetos, problemática. Conforto é comumente entendido como uma propriedade fixa relacionada com a neutralidade térmica em comparação com as suas conotações socioculturais mais amplas. Bem-estar, como um conceito sociopsicológico, é geralmente associado com o florescimento individual, autonomia e criatividade, mas carece de uma dimensão social”
(Chappells, 2010)

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E EFICIENTES

Consumo energético em Portugal

O número de consumidores de energia elétrica tem aumentado nos últimos anos, sendo o setor residencial responsável por uma enorme parcela, cerca de 86% segundo os dados do INE, no ano de 2016 (Figura 10).

Consumidores de energia elétrica (N.º) por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo de consumo; Anual						
Localização geográfica (NUTS - 2013) (1)	Período de referência dos dados 2016					
	Tipo de consumo (2)					
	Total N.º	Doméstico N.º	Não doméstico N.º	Indústria N.º	Agricultura N.º	Outros N.º
Portugal	6 440 659	5 585 659	681 618	111 141	62 190	51
Continente	6 173 919	5 360 100	657 700	95 412	60 656	51
Região Autónoma dos Açores	129 889	109 152	6 133	14 482	122	0 -
Região Autónoma da Madeira	136 851	116 407	17 785	1 247	1 412	0 -

Consumidores de energia elétrica (N.º) por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo de consumo; Anual - DGEG, Estatísticas do carvão, petróleo, energia elétrica e gás natural

Nota(s):

(1) A partir de 1 de janeiro de 2015 entrou em vigor uma nova versão das NUTS (NUTS 2013). Ao nível da NUTS II ocorreu apenas uma alteração de designação em "Lisboa" que passou a ser designada por "Área Metropolitana de Lisboa".

(2) Categoria "Não Doméstico" inclui "Iluminação de Vias Públicas".

Figura 10 - Número de consumidores de energia elétrica por localização geográfica e por tipo de consumo

Até meados de 2000, Portugal sustentava-se através de três principais fontes energéticas: Hídrica, Petróleo e Carvão. Até este ano, o investimento em centrais hidroelétricas constituía a principal preocupação do país, levando ao limite a sua implementação na rede hidrográfica no continente. Portugal caracteriza-se pela falta de combustíveis fósseis, pelo que as restantes fontes são importadas, sendo uma prática dispendiosa para a economia do país (Figura 11). A biomassa representava uma quarta fonte de energia, no entanto com uma percentagem muito insignificante (inferior a 1%). (Gavião, 2012)

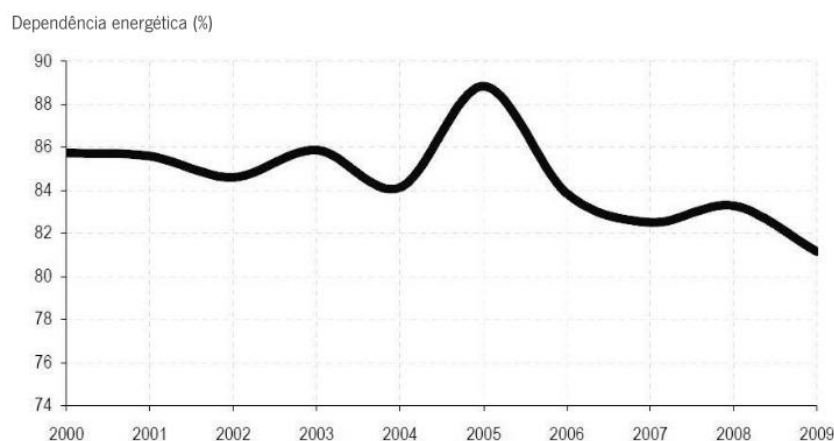


Figura 11 - Evolução da dependência energética de Portugal (Fonte: DGEG, 2011)

O paradigma mudou a partir de 2000. Nesse ano entrou como apoio à geração elétrica o gás natural. Esta fonte tem-se mostrado relevante ao longo dos anos, no entanto continua a ser uma energia importada. A exaustão das centrais hidroelétricas levou a que o país

entrasse no mercado eólico (Figura 12). Este novo sistema de geração elétrica tem vindo a ganhar terreno ao longo dos anos. (Araújo, 2000) No entanto, todo este esforço não tem sustentado o aumento repentino do consumo elétrico. Portugal continua a depender em dois terços da importação de energia para fornecimento elétrico. (Domingos, 2014)

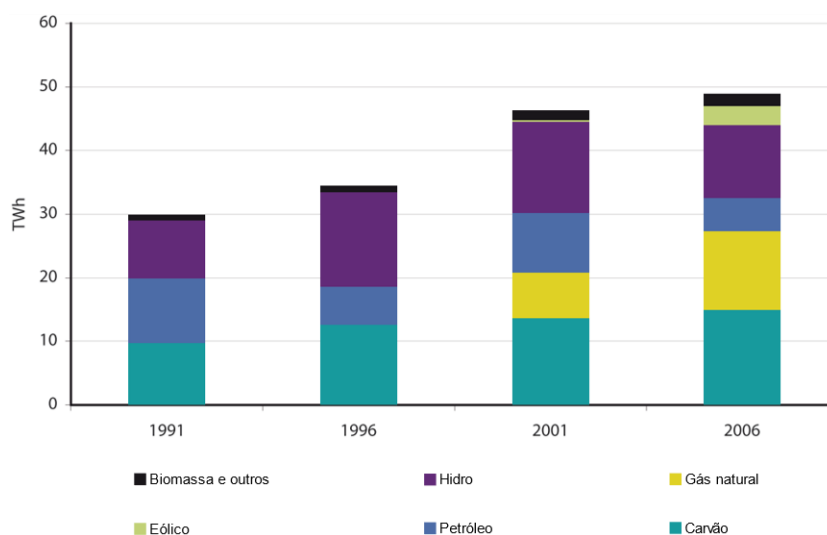


Figura 12 - Evolução dos consumos e geração de energia elétrica (Domingos, 2014)

Da produção de energias renováveis interna, somente 54% é despendida no serviço elétrico, motivado pela impossibilidade de armazenamento da energia. A ênfase na aposta de energia renovável e todos os programas e legislação têm sido tremendos em Portugal, sendo os valores objetivos alvo os maiores que na restante Comunidade Europeia. (Bosch et al., 2009)

Portugal encontra-se com alta percentagem de habitações com baixa qualidade de construção de isolamento térmico. De salientar que, em Portugal, a metodologia de aquecimento na maioria das habitações é através da queima de lenha. Ainda que a mudança seja lenta, perspectiva-se a alteração para uma metodologia mais limpa em números de CO₂ e eficiente em termos de rendimento no aquecimento por m². (Marques, 2016)

Passive house e LEED house

Estes conceitos debruçam-se no desenvolvimento do plano energético e térmico de habitações, em fase de construção ou reconstrução, tendo em conta questões como a capacidade elétrica e térmica, renovação do ar e níveis energéticos. Wolfgang Feist, físico

alemão, administrador e fundador do Instituto *Passive House*, defende que a eficiência energética é um dos pontos chave para a diminuição do consumo energético: "*The best energy is less energy*" (Feist, 1998)

O conceito *Passive House* desenvolveu-se na Alemanha e parte da Áustria, tendo maior número de certificados na Europa. (Gavião, 2012) Por outro lado, a *LEED House* desenvolveu-se nos Estados Unidos e Canadá, com maior incidência de certificados nos países da América. (U.S. Green Building Council, 2018)

Passive House surge como um guia prático normalizado na tentativa de resolução do défice de planeamento no plano energético das habitações, especificamente no que diz respeito à eficiência energética e conforto térmico. (Gavião, 2012)

LEED House desenvolveu-se como um sistema pioneiro, iniciado em 1993, vindo a sofrer várias alterações, dez no total, até 2008. Este indicador avalia o edifício como um todo no seu desempenho ambiental e ciclo de vida. O foco são os aspetos sociais e ecológicos, desde a eficiência energética, conforto térmico, uso hídrico e as emissões de CO₂. (Vasconcelos, 2014)

O público alvo deste projeto destaca-se como consumidores com elevada perceção e preocupação na temática da preservação do meio ambiente e na sustentabilidade do planeta. Ambos os conceitos atrás referidos, procuram responder às necessidades e preocupações dos utilizadores a que se destina o projeto, não só pelo aspeto da sustentabilidade energética e hídrica, da diminuição das emissões de CO₂, mas também pelo impacto do ciclo de vida da habitação.

Construção Bioclimática

Esta ideologia de construção estende-se sobre o aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza, capazes de influenciar a redução do consumo energético. O objetivo passa por garantir o conforto do utilizador por recurso a sistemas passivos. Estes sistemas são infraestruturas capazes de controlar a temperatura interna da habitação sem recurso a energia elétrica. Exemplos de meios de aquecimento direto são os ganhos solares pela envolvente transparente (envidraçados) e por meio indireto a envolvente opaca (paredes e colunas de água). No caso do arrefecimento, o contacto com o solo e o ar externo com temperatura diferente da do ar interno, provoca transferência de energia. Acrescentam-se ainda os métodos de arrefecimento por evaporação

de água e radiação pelos elementos envolventes no edifício. A estratégia adota-se pelo desenvolvimento pensado no momento do desenho do produto, com pensamento das habitações sobre as especificações do clima local, função, modo de ocupação e operação, perspectivando-se um desempenho confortável para o utilizador. (Gama, 2013)

Desta forma, deve-se tomar em atenção no desenvolvimento de habitações a orientação solar, a predominância da orientação do vento na região e os níveis de pluviosidade que ocorrem em média anualmente. Os edifícios construídos em regiões próximas da zona equatorial devem-se encontrar com a orientação das fachadas principais nas direções norte e a sul (Figura 13). Em Portugal, as habitações necessitam de métodos de aquecimento para regular os níveis de conforto térmico. Pretende-se maximizar a exposição solar na habitação, reduzindo a sua área em direção à projeção do vento. (Lengen, 2010)

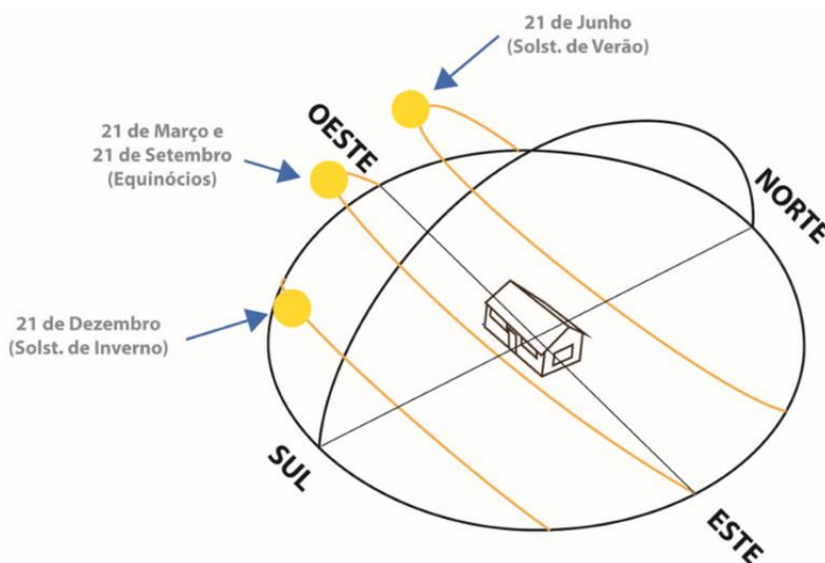


Figura 13 - Comportamento do sol durante o ano (Lindade, 2018)

De igual modo, informações transmitidas pelo instituto *Passive House*, habitações que passam de um baixo nível de isolamento térmico para as condições exigidas por este certificado, têm menor oscilação de temperatura ao longo do ano. Por consequência, se os níveis de temperatura têm menor oscilação, a necessidade de sistemas ativos diminui, conseguindo combater o gasto de energia elétrica nas condições de baixas temperaturas. (Feist, 1998)

Vários estudos estendem-se na percepção desta mudança, na exposição dos valores reais que estes certificados energéticos podem influenciar na redução do consumo de energia elétrica. Com o elevado número de habitações para restauração, Portugal tem vindo a adotar estas metodologias para reduzir a necessidade de aquecimento em meses de temperaturas mais baixas. (Gavião, 2012)

Apesar de este método não se considerar um indicador correto do comportamento térmico, deve apoiar o pensamento do desenho da habitação na procura da melhor solução sustentável, influenciando a consciência dos utilizadores para uma pegada mais ecológica, com o objetivo de otimizar os recursos terrestres e diminuir o impacto ambiental. Não existe um conjunto ideal de premissas que apoie o desenvolvimento de habitações de forma sustentável, sendo necessário efetuar-se um compromisso com todas as vertentes afetas à habitação.

Orientação solar e clima em Portugal

A rotação da Terra provoca uma radiação solar irregular durante o ano. O sol transfere energia para o planeta, aquecendo as superfícies em que incide, originando variados climas em determinadas regiões. O clima não se define só pelo sol, na entanto a sua ausência aumenta os níveis de humidade e precipitação na atmosfera. O espectro solar é dividido por três tipos de raios, em que os infravermelhos são responsáveis pelo aquecimento, os visíveis pela iluminação e os ultravioletas pela fotodegradação. A projeção solar torna-se relevante no planeamento do projeto, devido à sua geometria ao longo do ano permite prever o comportamento da radiação solar na habitação e controlar a luminosidade e as transferências de energia. (Palhinha, 2009)

A geometria solar em Portugal sofre alterações consoante a época do ano. Devido ao país estar localizado perto do equador, têm-se quatro estações bem definidas, caracterizada pelos solstícios de verão e inverno, quando *“o sol atinge o seu maior afastamento em latitude da linha do equador”*, e pelos equinócios da primavera e do outono, *“altura em que os raios solares são perpendiculares à linha do equador”*. Esta localização confere ao país um clima temperado. Durante o solstício de verão, o sol encontra-se a 23,5 graus superior à linha do equinócio e no solstício de inverno, a projeção encontra-se a 23,5 graus inferior à linha relativa, insolando perto da linha do horizonte. (Lindade, 2018)

“(...) No Inverno, as temperaturas vão baixando progressivamente de Sudeste para Nordeste, verificando-se no litoral oeste temperaturas entre os 10°C e os 14°C, no centro e litoral norte as temperaturas vão dos 8°C aos 10°C aproximadamente, no interior norte e centro oscilam entre os 4°C e os 8°C e nas zonas montanhosas as temperaturas rondam os 4°C. Já no Verão, as temperaturas vão aumentando gradualmente do Nordeste para Sudeste. No litoral norte e centro, as temperaturas rondam os 20°C, no centro-norte as temperaturas vão dos 14°C aos 16°C e no interior norte as temperaturas vão de 20°C a 24°C” (Lindade, 2018)

Em consequência da localização geográfica do país, a necessidade de métodos de arrefecimento é baixa comparando com países mais próximos da linha do equador, sendo desnecessário o uso de equipamentos elétricos para este efeito. (Marques, 2016)

A rotação do sol sobre uma habitação é um dado importante pelo nível da construção bioclimática e orientação da mesma sobre a posição solar diária. A preocupação consiste na utilização de elementos de possam causar sombra e na projeção de luz sobre a envolvente transparente, de modo a potenciar os ganhos solares na estação de aquecimento e a controlar esses mesmos ganhos na estação de arrefecimento, garantindo o conforto térmico dos ocupantes com menos gastos energéticos.

CONCLUSÕES

Através da análise destes tópicos, numa escala macro, revê-se no seguimento do projeto a necessidade de adaptar o espaço pretendido para diminuir o impacto negativo devido às dimensões reduzidas que possa ter no utilizador, restringindo a mesma aos requisitos básicos da habitação – casa de banho completa, zona de preparação de alimentos, área de estudo e o espaço de descanso – proporcionando aos estudantes um espaço livre, garante de conforto, privacidade, mas integrado numa comunidade ativa. Numa escala micro, a importância da eficiência energética assume-se como uma área delicada, onde o projeto tem impacto quer visual como técnico e

sérias implicações no conforto do utilizador do espaço. Deste modo, prestar-se-á particular atenção à metodologia *Passive House* como linhas guias de apoio à conceção.

Capítulo 2 – Utilizadores

ANÁLISE DA OFERTA

Residências universidade de Aveiro

Esta universidade conta com dois complexos residenciais - Santiago e Crasto - e quatro residências criadas em prédios existentes - Santiago, Avenida Lourenço Peixinho, Mário Sacramento e Pátio Vera Cruz, na totalidade de 1 128 camas para alunos de licenciatura, mestrado, doutoramento e docentes. Segundo a página web da Universidade de Aveiro, frequentam mais de 13 000 alunos em todo o campus e politécnicos. Estes diferem em condições e contêm produtos diferentes, pelo que os casos expostos se vinculam a habitações destinadas a alunos a frequentar cursos de 1º e 2º ciclo (estudos conducentes à obtenção do grau de licenciatura e mestrado). O levantamento da informação baseia-se em observação direta das habitações.

No caso do complexo residencial Crasto, cada bloco contém três andares, sendo o rés do chão adaptado para estudantes especiais, e os restantes dois níveis com oito quartos e quatro casas de banho por andar. Os quartos são individuais e encontram-se equipados com cama singular, mesa e cadeira de trabalho, armário e radiador. A cozinha partilha-se por bloco, com frigorífico, fogão, forno, micro-ondas e torradeira e respetivos armários de apoio para armazenamento de bens. O serviço de lavandaria é fornecido à parte. A casa de banho contém chuveiro, sanita e lavatório.

A residência Mário Sacramento constitui-se com três andares, a começar no primeiro andar do edifício. O último piso consiste numa sala com dois espaços amplos de estudo e convívio. Nos outros andares, existem quatro quartos, sendo eles um triplo e os restantes duplos. A cada aluno é disponibilizada cama singular, uma mesa de trabalho e roupeiro, com exceção nos quartos triplos, com extra de roupeiro embutido e uma mesa central. Cada andar disponibiliza duas casas de banho, sendo estas diferentes: uma com lavatório, sanita, banheira e bidé e outra com chuveiro, lavatório e sanita. A cozinha, destinada a cada andar, tem eletrodomésticos partilhados por empreendimento. Podem encontrar-se: fogão, lava louça, mesa com quatro cadeiras e um frigorífico, com devidos armários para despensa. No empreendimento encontra-se, no segundo andar, um micro-ondas e máquina de lavar e, no primeiro andar, uma arca

congeladora para toda a comunidade. Inclui, ainda, instrumentos de limpeza e um aspirador

Na residência Páteo Vera Cruz encontram-se apartamentos de tipologia T4, novamente com um quarto triplo, com casa de banho completa com chuveiro, privada, sendo os restantes quartos duplos. A habitação contém ainda duas casas de banho por apartamento, sendo uma delas só de serviço. A cozinha encontra-se equipada com frigorífico, micro-ondas, fogão e forno. A máquina de lavar encontra-se num pequeno alpendre. Disponibiliza-se ainda uma sala para zona de convívio, refeições e estudo com televisão, sofá, mesa e quatro cadeiras.

A universidade disponibiliza, a cada aluno, independentemente da instalação, almofada, roupa de cama, candeeiro e balde do lixo.

Casos de estudo

A investigação e análise de casos de estudo tornam-se importantes na perceção de respostas que o mercado tem para um projeto de natureza com estas características. Define-se a procura através de projetos que deem uma resposta direta ou semelhante às necessidades do trabalho. Deste modo, foca-se a investigação no sentido de reter o máximo de informação, sendo descartados os casos onde se não possa subtrair qualquer informação ou que sejam meramente conceituais. A análise inicial recai sobre a classificação da construção — modular ou móvel — e visa encontrar habitações que correspondam ao número de ocupantes, numa topologia habitacional T0 ou T1. Seguidamente procura-se listar o carácter físico da habitação, relativamente à sua estrutura, fundação e forma de solução. Numa pesquisa mais aprofundada, pretende-se levantar a composição das envolventes — pavimento, cobertura e parede — bem como especificar o coeficiente de transmissão térmica de cada envolvente. Em anexo apresenta-se uma ficha técnica de cada caso de estudo, sendo que a maioria da informação se obteve por consulta dos respetivos *websites* das organizações ou através do contacto por correio eletrónico ou telefónico.

Os casos de estudo que respondem de forma direta ao projeto definem-se por habitações projetadas de modo exclusivo para estudantes. Neste caso encontram-se dois exemplos, distintos pelo conceito e estilo formal da habitação. A DMD modular, empresa relacionada com o grupo *Black Red White S.A.* – maior produtora e

distribuidora polaca de mobiliário e equipamentos para interior – desenvolveu uma estrutura habitacional denominada *Student Housing*, um T0 de 23m². Apresenta-se como uma solução chave na mão, móvel e com um dramático efeito na taxa de retenção dos estudantes. De outro modo, um grupo de estudantes suecos da *Lund University* em parceria com a *Tengbom Architects* desenvolveram a unidade de habitação *Tiny Student Unit*, T0 de 10m², produto móvel, chave na mão com as premissas de sustentabilidade e eficiência, reduzindo-se em 50% a renda e consequentemente a diminuição do impacto ecológico e a pegada de CO₂. Com isto, resume-se que pela falta de alguma informação, as diferenças destes dois exemplos concentram-se na área disponibilizada em cada divisão da habitação e na sua disposição. No entanto, ambas oferecem uma habitação com cozinha, casa de banho, espaço de repouso e um espaço extra para trabalho.

O primeiro impacto geral que transmitem os casos de estudo advém da classificação da construção. As habitações modulares tendem ao desenvolvimento de infraestruturas de largas dimensões, sendo que, nas móveis se adotam espaços reduzidos, em virtude do número de soluções fechadas que estas últimas apresentam.

Deste modo, no âmbito de projetos de habitações modulares, estas encontram-se capazes de articular consoante as necessidades ou escolhas do cliente. Através de um módulo tridimensional (bloco/contentor) definido pela empresa construtora, conseguem-se desenvolver projetos com variadas disposições, andares e orientações, em que não existe o conceito de divisões. As casas móveis passam a ser consideradas como uma mais-valia uma vez que a sua característica de mobilidade requer um projeto chave na mão, dispensando toda a logística de construção tradicional. Este fator elimina a necessidade de burocracias, como o licenciamento da estrutura no local a implantar, pagamento de taxas e impostos.

A velocidade de construção de uma habitação móvel define-se por rápida em relação ao método modular, segundo as empresas da área – *LTG*, *Goodmood* e *Fiction Factory* – pelo que o cliente não tem de esperar pela fase de projeto e por vezes a sua construção. No combate a esta facilidade das habitações móveis, as empresas de fabrico modular adaptam-se com o exemplo de projetos que se possa replicar, como a política das empresas *Téketo*, *Modular System*, *SIT*, *Jular* e *Dubldom*. De outro modo, as empresas *Habimóvel* e *Kitur*

oferecem a possibilidade de colocar o produto sobre uma estrutura móvel, por exemplo, sobre um eixo com rodas.

Segundo aspeto a reter, as diferentes formas de construção resultam em diferentes configurações, sendo que pelo uso de madeira em vez de LSF (*Light Steel Framing*) conseguem-se desenvolver formas diferentes do tradicional prisma retangular, no entanto o LSF garante uma estrutura de peso reduzido. O uso de madeiras nas infraestruturas bem como nas envolventes requer, por norma, um certificado para o uso sustentável deste material, o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), que permite às empresas tomar em atenção aos requisitos de gestão florestal no âmbito social, ambiental e económico.

Por fim, verificou-se que a falta de informação fornecida pelas empresas analisadas dificultou uma comparação absoluta das diferentes soluções. Genericamente, as empresas contactadas remetem as informações técnicas dos modelos para a legislação em vigor ou dentro dos valores *Passive House*. Verificou-se ainda que a composição das envolventes – os diferentes tipos de materiais e as espessuras – bem como o seu valor do coeficiente de transmissão térmica ou da resistência das mesmas, não constam das fichas técnicas.

Os valores de U (Coeficiente de transmissão térmica) da empresa *Téketo*, *SIT* e *Modular System* encontram-se na dissertação de Carlos Jorge Gonçalves, de 2013, apresentada na Universidade de Aveiro no Departamento de Engenharia Civil. Na página “web” da empresa *Kitur* consegue-se aceder aos dados técnicos das suas envolventes. Realizando-se os cálculos presentes nos anexos, obtêm-se assim os valores de U apresentados. Por último, obteve-se o valor da resistência da envolvente da *Fiction Factory* através da partilha por correio eletrónico com a empresa. Na Tabela 1 encontram-se os valores registados para a sua comparação. Apesar da existência de matérias de isolamento diferentes e de acabamento diferentes, os valores encontram-se dentro do esperado. Nas diferenças entre os dados, ressalva-se o valor da *Fiction Factory*, que com o uso de várias camadas de cartão, consegue competir positivamente com a lã mineral e de rocha, sendo o melhor valor entre os apresentados.

Tabela 1 - Valores de U (coeficiente de transmissão térmica)

Empresa	Coeficiente de transmissão térmica (U) (W/m ² °C)		
	Parede	Cobertura	Pavimento
TÉKETO	0,290	0,370	-
MODULAR SYSTEM	0,350	0,420	-
SIT	0,359	0,243	-
FICTION FACTORY	0,272	0,275 (v.a) ³ 0,270 (v.d) ⁴	0,275 (v.a) 0,270 (v.d)
KITUR	0,359	0,521 (v.a) 0,503 (v.d)	0,707 (v.a) 0,673 (v.d)

ANÁLISE DO PERFIL DO UTILIZADOR

O acesso ao ensino superior ocorre por natureza na idade dos 18 anos. Os cursos superiores com grau de licenciatura e mestrado têm a duração mínima de três e dois anos, respetivamente. Deste modo, com a evolução normal do utilizador, define-se a sua idade média dos 18 aos 23 anos. A Universidade de Aveiro acolhe na sua maioria alunos nacionais, incluindo as ilhas, mas também oferece alojamento a público oriundo de programas ERASMUS e bolsas internacionais de investigação, que na sua essência, resulta numa minoria em relação à totalidade dos 13 000 estudantes.

Os departamentos encontram-se dotados de locais próprios para o estudo, e em alguns casos, é possível frequentar as salas de aulas em horários livres. Existe ainda o apoio da biblioteca, com uma capacidade para mais de 1000 alunos. Devido à complexidade e diversidade de áreas científicas, os departamentos têm espaços próprios para realização específica de tarefas, como laboratórios e oficinas. A distribuição de estudantes por todos estes espaços dificulta a caracterização e estereotipação dos hábitos de estudo de um aluno, no sentido de criar um padrão. Os estudantes movem-se de acordo com as suas necessidades ao longo do ano letivo mediante esta ou aquela premência de estudo.

³ Vertical ascendente

⁴ Vertical descendente

Comportamento dos utilizadores

A habitação torna-se um elemento funcional quando se encontra habitado. Esse habitar envolve comportamento de humanos que, de forma positiva ou negativa, influencia o carácter eficiente da habitação e do seu microclima interior. A imprevisibilidade das ações dos utilizadores dificulta o processo de gestão do desenvolvimento de habitações, pelas diferentes interações e o modo que cada utilizador interage com os sistemas da residência – por exemplo: ventilação e iluminação, tendo implicações importantes com o balanço energético. (Reis, 2013)

O aumento dos consumos da energia final, principalmente de eletricidade, nas habitações deve-se, nos dias de hoje, ao aumento da aquisição de eletrodomésticos, que resultam em procedimentos e hábitos com impacto devastador nos consumos. Estes eletrodomésticos encontram-se dispersos pela casa, sendo eles de carácter básico (fogão, frigorífico, entre outros), com perspetiva de causar conforto (aquecimento e arrefecimento), para entretenimento (televisão, sistema de som, consolas, entre outros) e de apoio em tarefas de casa (máquinas de lavar e secar roupa, máquinas de lavar louça, entre outros). Todos estes elementos, conjugando-os, favorecem o quotidiano do utilizador, no entanto, desprezam os níveis da pegada ecológica – maior consumo de energia, maior emissão de gases, contribuindo para o aquecimento global). (M. Alves, 2011)

“(...) como resultado desta situação, no ano de 2005 os edifícios, residenciais e de serviços, foram responsáveis pelo consumo de 5,8 Mtep, o que representa 30% do consumo total de energia primária do país e 62% dos consumos de eletricidade. Em particular, o setor residencial contribuiu com 18% dos consumos de energia referida, representando 29% do consumo total de eletricidade (ADENE - EnerBuilding – Eficiência Energética, 2005) (...)” (M. Alves, 2011)

Existem fatores associados sobre os padrões de consumo que conduzem à melhor compreensão sobre os impactos que os comportamentos dos utilizadores podem tomar. As análises destes fatores orientam o desenvolvimento da habitação, para melhorar o desempenho energético e reduzir os gases de efeito de estufa, e encontram-se subdivididos em sete grupos. As categorias não se

refletem todas no comportamento do consumo energético, sendo os fatores destacados as variáveis e as atitudes representativas controladas pelo utilizador. (Yu et al., 2011)

- Características do edifício (tipologia, área, orientação, entre outros)
- Características do ocupante (presença na habitação, entre outros)
- Clima (temperatura do ar exterior, radiação solar, velocidade do vento, entre outros)
- Efeito do comportamento e atividades dos ocupantes
- **Fatores económicos e sociais** (grau de educação, custo de energia, entre outros)
- Funcionamento e manutenção dos sistemas do edifício (arrefecimento, aquecimento de espaços, abastecimento de águas quentes, entre outros)
- **Requisitos de qualidade do ambiente interior**

Deduz-se então que a influência no comportamento dos utilizadores encontra-se ligada a componentes externas e internas. As características internas relacionam-se com as áreas sociais, no sentido do estudo da relação da antropologia e psicologia humana. De outro modo, os fatores externos encontram-se ligados às características dos edifícios e do meio envolvente, como por exemplo o clima e temperaturas do ar. A ação dos ocupantes sobre a habitação define-se através dos determinantes, que envolvem tanto componentes internas como externas, como fatores físico-ambientais, psicológicos, fisiológicos e contextuais. Na Tabela 2 identificam-se alguns determinantes dos comportamentos divididos em categorias. (Fabi et al., 2011)

Tabela 2 - Determinantes do comportamento dos ocupantes: divisão por categorias

FÍSICO-AMBIENTAIS	Temperatura, humidade, velocidade do ar, ruído, iluminação natural, odor, entre outros.
CONTEXTUAL	Fatores que têm uma influência indireta sobre o ser humano: isolamento do edifício, orientação da fachada, tipo de sistema AVAC, tipo de termostato (manual ou programável), entre outros.
PSICOLÓGICOS	Tendência de satisfazer as necessidades (conforto térmico, acústico, visual, à saúde, segurança): expectativa, consciência (por exemplo preocupação ambiental), os recursos cognitivos (conhecimento), hábitos, estilo de vida e percepção.
FISIOLÓGICOS	Idade dos ocupantes, género, estado de saúde, vestuário, nível de atividade e ingestão de alimentos e bebidas, entre outros.
SOCIAL	Interação entre os ocupantes.

Os sistemas nas residências apoiam a relação entre os utilizadores e a habitação, no entanto, influenciam direta e indiretamente os consumos de energia, seja esta eletricidade, gás ou água. Este consumo deve-se ao facto de as pessoas se movimentarem, interagirem e usufruírem do espaço interior da habitação. A projeção de uma habitação eficiente não se encontra exclusivamente dedicada a um melhor nível de conforto do utilizador, prende-se também com a sensibilização do utilizador e da comunidade que este integra, para todo um *modus vivendi* com impacto ambiental e energético.

Consumo de energia

A principal determinante no consumo de energia deve-se ao tempo de uso da mesma, no entanto, este tempo relaciona-se diretamente com as características do ocupante, habitação, meteorologia, sazonalidade e o estilo de vida adotado pelo utilizador. A presença de membros na habitação implica o uso de eletrodomésticos, que resulta no aumento do consumo de energia. (Bernard, 2017)

A visualização das práticas dos utilizadores no quotidiano permite entender a distribuição do consumo energético ao longo do dia. Reflete-se que determinada atividade tende a ocorrer em horas específicas do dia. As atividades de lazer, para pessoas com uma rotina horária de trabalho diurna, ocorrem com maior incidência no final do dia. No entanto, consegue-se subdividir a preparação das refeições em três fases do dia, sendo o período da manhã (6h-9h) e da noite (16h-20h) incidindo o maior consumo energético durante o período do almoço (12h-13:30h). (Torriti, 2017) (Figura 14)

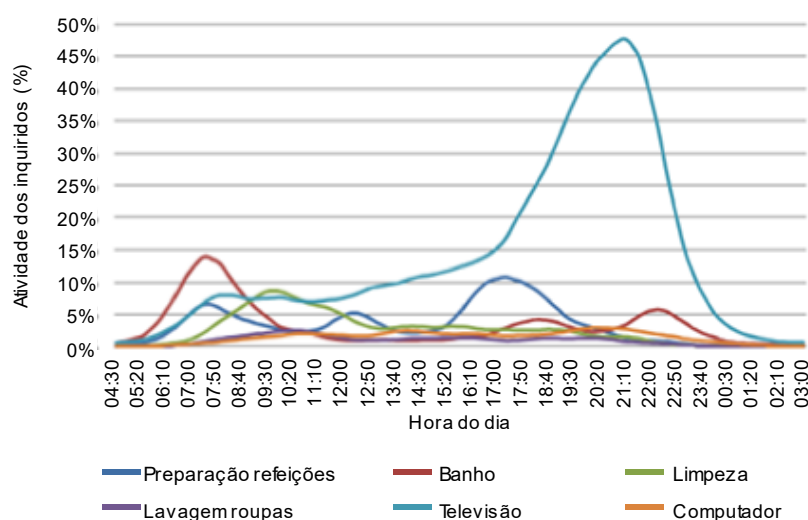


Figura 14 - Distribuição das atividades ao longo do dia (Torriti, 2017)

Porém, apesar de todos os esforços disponibilizados no desenvolvimento de equipamentos para o apoio ao estudo, a caracterização específica consiste numa problemática dos tempos atuais. Em Portugal torna-se difícil a caracterização de qualquer tipo de mercado por falta de estudos nesta área ou a partilha de dados. O artigo exposto por Torriti apoia a perceção do quotidiano de qualquer utilizador doméstico, no entanto, não vai de encontro aos objetivos específicos do perfil de utilizador retratado no âmbito desta dissertação, dada a especificidade dos utilizadores em causa.

Os conhecimentos dos padrões de consumo energético traduzem-se numa poupança de energia através da atenção no desenvolvimento da habitação e, caso sejam partilhados com o utilizador, resultantes de uma reeducação dos comportamentos energéticos. (Bernard, 2017)

Wood e Newborough realizaram o estudo pioneiro nesta área em casas do Reino Unido, de forma a potenciar-se a redução do consumo energético em habitações familiares. O uso de energia por

parte dos habitantes resultava na divisão em três categorias: previsível, moderadamente previsível e imprevisível. A previsível determina-se no horário em que os utilizadores se encontram a dormir ou fora da habitação. Moderadamente previsível relaciona-se com os hábitos normais do utilizador, isto é, ver televisão em horário nobre ou a inutilidade de iluminação quando os habitantes se encontram a dormir ou fora da habitação. Todavia, a parte que abrange a maior porção do tempo designa-se por imprevisível, correspondendo às atividades desenvolvidas na cozinha ou cuidados domésticos diversos – lavandaria, por exemplo. Deste modo, a exatidão dos resultados não se determina efetiva, no entanto, os resultados traduzem-se na compreensão parcial do utilizador. (Wood & Newborough, 2003)

Recorrendo-se a estudos, pode observar-se e entender-se melhor a resultante de uma maior previsão e impressão dos hábitos dos estudantes. Na categoria previsível, entende-se pelo tempo que os estudantes se encontram em aulas e em repouso, sendo esta uma fatia considerável do dia. Moderadamente previsível considera-se o horário de iluminação, dentro do horário letivo e em hora de dormir, estas encontram-se desligadas, caso contrário consideram-se em funcionamento. A imprevisibilidade reflete-se na forma do uso da área de preparação de refeições e do tempo utilizado para a higiene pessoal.

Prevê-se uma atividade na habitação noturna compreendida entre as 18h e as 9h do dia seguinte, totalizando um período de atividade de 15h. O período de descanso compreende-se entre as 1h e as 8h, que corresponde ao período mínimo de repouso de um adulto. O restante período distribui-se pela alimentação, estudo e repouso (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição atividade ao longo do dia



Opta-se pela inclusão dos fins-de-semana a tempo inteiro no perfil, pela necessidade de alguns estudantes permanecerem na cidade. Pretende-se incluir os meses de exame em épocas de recurso, pelo que o período de férias se considera o mês de agosto.

Os eletrodomésticos previstos integrar no espaço dedicado à cozinha são: micro-ondas, sandwicheira e chaleira elétrica, com potência de 700W, 750W e 2200W respetivamente, que permitam a preparação de pequeno-almoço e lanche, incentivando-se, dessa forma, o recurso às cantinas da universidade, promovendo o equilíbrio alimentar por recurso a uma dieta saudável. Para estes eletrodomésticos considera-se um uso diário de dez minutos cada. No caso da unidade de carregamento de computadores portáteis, com potência de 60W, define-se como uso de horário total, pela necessidade de uso e possível carregamento durante o período de descanso.

Projeta-se a necessidade de 3 W/m^2 (densidade de iluminação, ou seja, Potência instalada por unidade de área) para luminárias equipadas com LED. A iluminação encontra-se desligada pelo período de repouso e pelo momento de inatividade da habitação, portanto, prevê-se o seu uso durante 8h (Tabela 4). (ADENE- Agência para a Energia com o apoio técnico do CPI- Centro Português de Iluminação, 2010)

Tabela 4 - Quadro resumo de iluminação e eletrodomésticos

Tipologia	Potência	Duração
Luminária LED	3 W/m^2	8h
Micro-ondas	700 W	0,17h
Sandwicheira	750 W	0,17h
Chaleira	2200 W	0,17h

Segundo a ADRA, Águas da Região de Aveiro, entidade de parceria pública que gere os serviços de água e saneamento de Aveiro, um utilizador com atividade diurna fora da habitação, consome, em média, 50 litros de água por cada 10 minutos de duche e 15 litros água por descarga da sanita, com uma média de três descargas por dia. Na totalidade, necessita-se de 95 litros de água para a divisão da casa de banho, sendo 50 litros de águas referentes a águas quentes sanitárias (Tabela 5).

Tabela 5 - Quadro resumo consumo águas sanitárias

Tipologia	Consumo	Quantidade
Duche	5 l/min	1 (10min duração)
Sanita	15 l	3

CONCLUSÕES

Com a análise da oferta conseguem-se identificar os requisitos necessários para o desenvolvimento da habitação, preconizando-se uma evolução centrada no utilizador. Embora não tenha sido possível identificar um perfil normalizado do estudante universitário, procedeu-se à recolha de dados conducente à definição de um perfil de utilização passível de auxiliar a tomada de decisão durante as fases subsequentes do projeto.

Capítulo 3 – Projeto

PROJECT BRIEF

Propõe-se o desenvolvimento de uma habitação modular para estudantes universitários que, por razões de deslocação geográfica, necessitam de alojamento temporário. O habitáculo destina-se a uso individual para períodos equivalentes a ciclos de estudo. O objetivo estratégico prende-se com a ampliação da oferta de alojamento por parte das Instituições de Ensino Superior, numa tipologia de T0 para estudantes.

O utilizador tipo tem como alvo os estudantes, embora estes não sejam proprietários da habitação. A solução visa responder às suas atividades diárias, através das necessidades e constrangimentos específicos deste público alvo. Propõe-se desenvolver um habitáculo singular de uso universal, capaz de fornecer os requisitos principais de uma habitação – casa de banho completa, zona de preparação de alimentos, área de estudo e espaço de descanso – numa habitação de tipologia T0 com quinze metros quadrados.

Impõe-se como restrição projetual a minimização da pegada ecológica de toda a estrutura, e estabelece-se como requisitos: qualidade do conforto, eficiência de operação diária e universalidade de uso. A sua construção terá que se sintonizar com a capacidade de transporte em veículos pesados de mercadorias normalizados. Pretende-se com a habitação respeitar os regulamentos da lei portuguesa para a construção desta tipologia de habitações. De igual forma, a componente energética da habitação será articulada com os princípios *Passive House Standard*. De modo a conferir universalidade de uso, o desenho do módulo considerará a Lei de Acessibilidade e Mobilidade para todos, Decreto de Lei 163/2006 de 8 de agosto.

CONCEITO

Os conceitos ajudam as pessoas a conhecerem, entenderem ou simularem algo. Para o Design, os conceitos definem-se como um meio de “*processo de pensamento que compreende a criação de alguma coisa*”. (Miller, 1988) Foca-se no conceito de comunidade, pois visa integrar-se numa narrativa de individual pensante que contribui para uma micro sociedade contemporânea mais exigente, sustentável e produtiva, em plena 3ª revolução industrial, onde o

futuro é delineado a cada dia, por cada um. Assim, pretende transmitir-se a ideia de renovação, de crescimento, de comunidade que trabalha junta em prol de um futuro mais promissor e sustentável.

O conceito formal explorado centra-se na estilização da silhueta arquitetónica característica no período da revolução industrial. Com o romper dessa era no século XIX, registou-se a necessidade do desenvolvimento de enormes infraestruturas para a produção industrial em linha. Os dois principais focos deste desenho de arquitetura devem-se à eficiência e segurança pretendida para a época. A forma exterior consiste no fator modular, pelo facto da capacidade da adição de naves em resposta à necessidade das organizações. Vários complexos industriais construíam um edifício para escritórios, que define a fachada da empresa, e seguidamente, a quantidade de armazéns necessários, que depois, com o aumento de produção e necessidade da empresa, expandiam a sua área. (Jevremovic, Vasic, & Jordanovic, 2012)

Estes armazéns desenvolveram-se de forma estreita, mas longa, com o pressuposto de maximizar o número de operários e máquinas no mesmo bloco (Figura 15). Desta forma, contava-se com uma saída, sendo que as partes laterais conectadas se encontram abertas. Devido ao desenvolvimento pouco eficiente da energia elétrica na época, a maximização da luz solar torna-se um fator chave para o bom funcionamento destas empresas. Deve-se então a este fator a forma do telhado, com a parte de menor área composta de vão envidraçados. A sua pequena inclinação deve-se pela necessidade do caimento das águas pluviais, no entanto, o objetivo principal foca-se no forçar de saída de ar do interior, para renovar o ar através da ventilação natural. (Jevremovic et al., 2012)

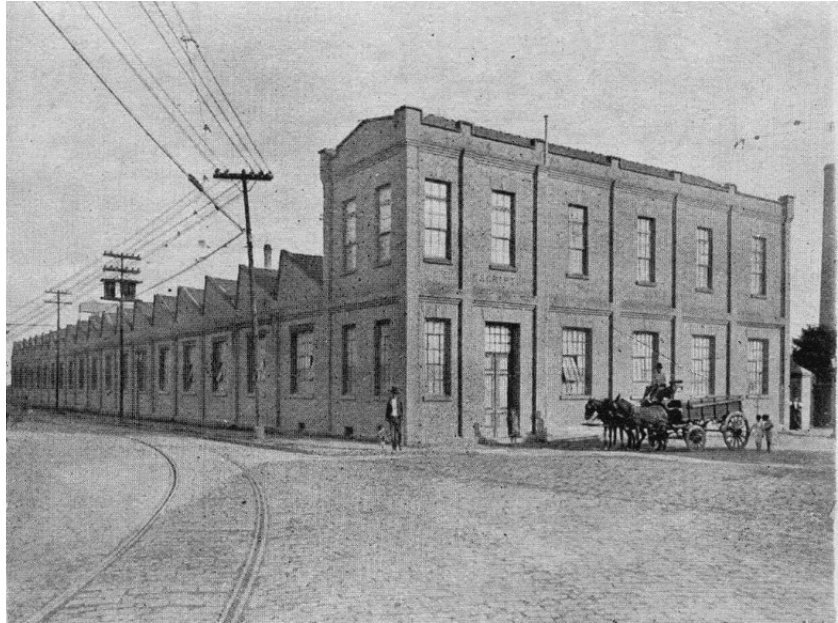


Figura 15 - Casa Vanorden, São Paulo, Brasil

DESENVOLVIMENTO CONCRETUAL

Procura-se através do desenho responder às premissas identificadas no *project brief*, encontrando-se com a ideia apresentada no conceito. Pretende-se representar um esboço inicial do produto, na discussão e visualização de possíveis problemas.

A ferramenta de estimulação criativa adotada denomina-se de *brainstorming* (Figura 16). Desenvolvida através de uma geração primária do aspeto exterior da habitação, pretende-se criar o maior número de soluções possíveis, que possam ir ao encontro da resposta pretendida, naturalmente, com a mediação necessária para manter a objetividade da produção criativa.

“O brainstorming pode ser usado para a geração de um grande número de ideias ou soluções para problemas estratégicos ou operacionais bem definidos, em processos de engenharia ou de design. (...) No brainstorming, não importa se as sugestões são boas ou não, o que importa é a fluência de ideias.”
(Relvas, 2017)

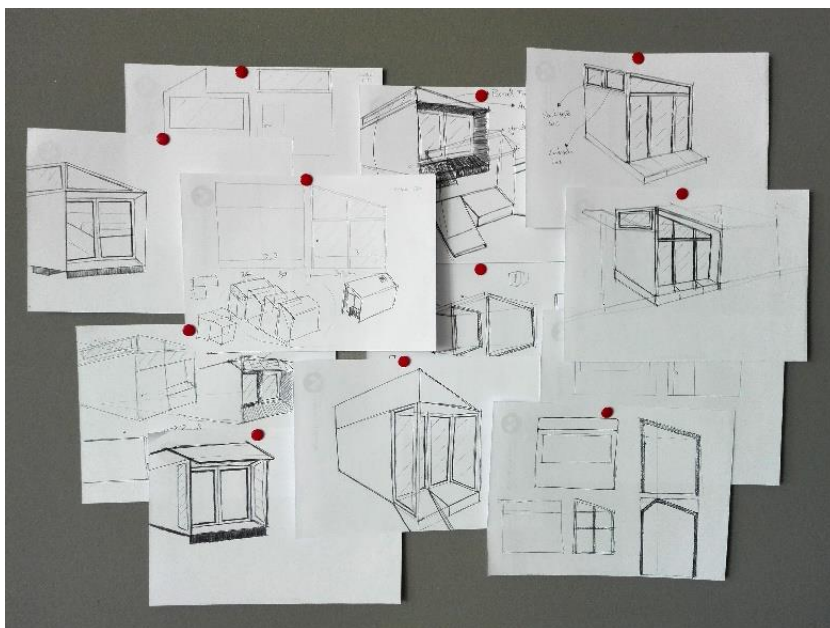


Figura 16 - Composição de alguns resultado da ferramenta *Brainstorming*

Pela análise crítica dos esboços mais promissores, adotou-se uma hipótese que sugeria responder às premissas identificadas no *brief*. Deste modo, no processo seguinte detalhou-se o desenho ao nível do pormenor, representando ideias e propriedades do conceito (Figura 17). Apresenta-se então um módulo habitacional com uma fachada envidraçada e uma estrutura de contorno exterior que conforma em traço contínuo as paredes, pavimento e cobertura. O ângulo do telhado pretende-se que vá de encontro aos indícios de construção bioclimática, com uma inclinação de 20 graus com a horizontal orientado a sul, para a maximização da exposição solar na cidade de Aveiro, com objetivo de colocação de infraestruturas de produção de energias renováveis na cobertura. Pretende-se evitar o contacto direto da estrutura com o solo para promover isolamento térmico e minimizar efeitos de infiltração prevendo-se a necessidade da colocação de niveladores.

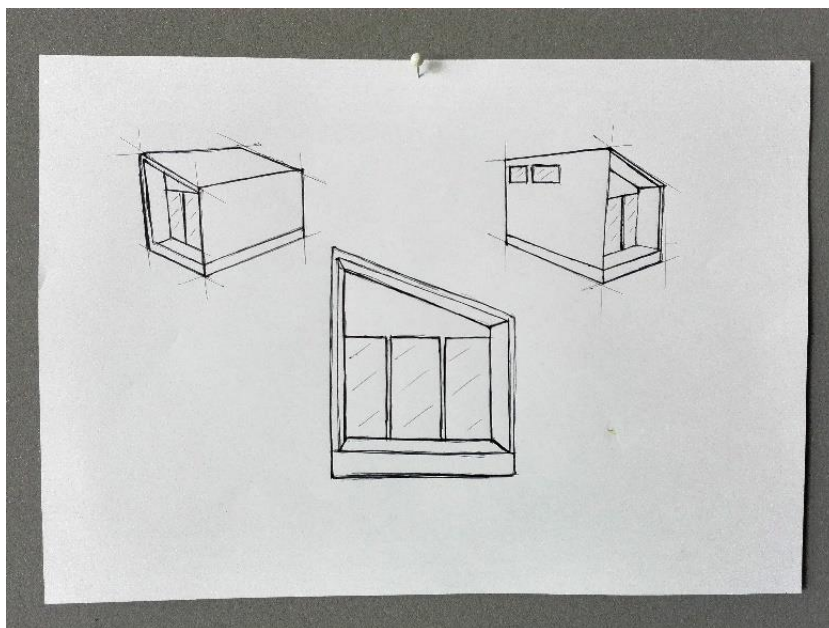


Figura 17 – Composição do desenho conceito desenvolvido

Considerando o âmbito da projeção universal da habitação, pretende-se adaptar a mesma para o acolhimento de pessoas com acessibilidade reduzida. Suportado no Decreto de Lei 163/2006 sobre as condições de acessibilidade a satisfazer no projeto e na construção do edificado habitacional, conseguem-se entender as necessidades primárias para a projeção da mesma. A seguinte proposta toma em atenção o meio de acessibilidade à habitação, com uma rampa de entrada direta com 8 graus de inclinação; um corredor central livre e com largura suficiente para a rotação de uma cadeira de rodas, dispondo o mobiliário pelas laterais da habitação que conformam a compartimentação dos espaços (Figura 19 e Figura 20).

Com o cálculo das dimensões necessárias para a mobilidade de uma cadeira de rodas no interior da habitação, deve-se totalizar uma área útil de 5,5x3,2 metros no interior. O valor apresentado reflete o estudo normalizado do mobiliário interior que se pretende aplicar, em que o contorno retangular representa as dimensões de uma cadeira de rodas (Figura 18). (Teles, 2007)

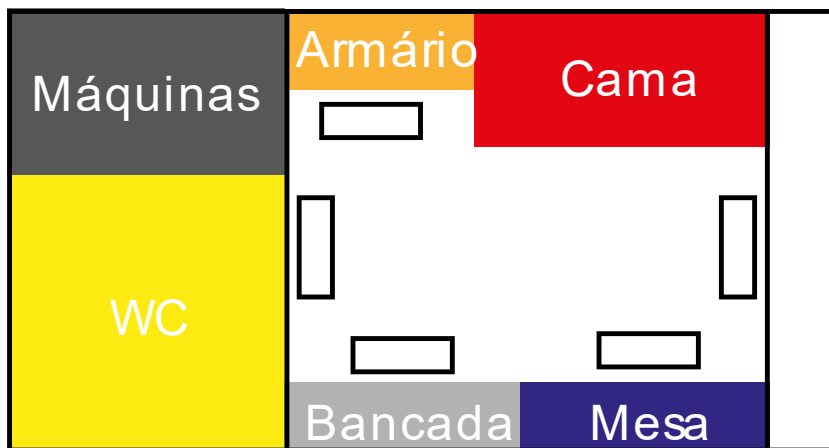


Figura 18 - Proposta de disposição do interior

Prevê-se colocar na porta de entrada uma sinalética tátil capaz de fornecer a identificação do habitáculo a invisuais. Acrescenta-se ainda uma alteração da área da cobertura, para maximizar a entrada de luz solar e a as caixas exteriores da fachada ao nível do pavimento que podem ser usadas também como bancos de repouso no exterior.

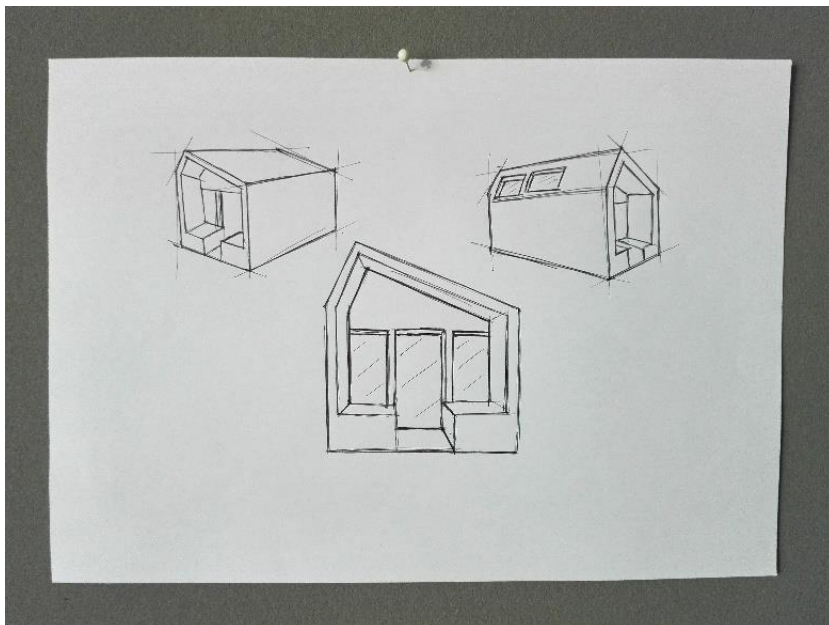


Figura 19 - Composição do desenvolvimento concetual final.

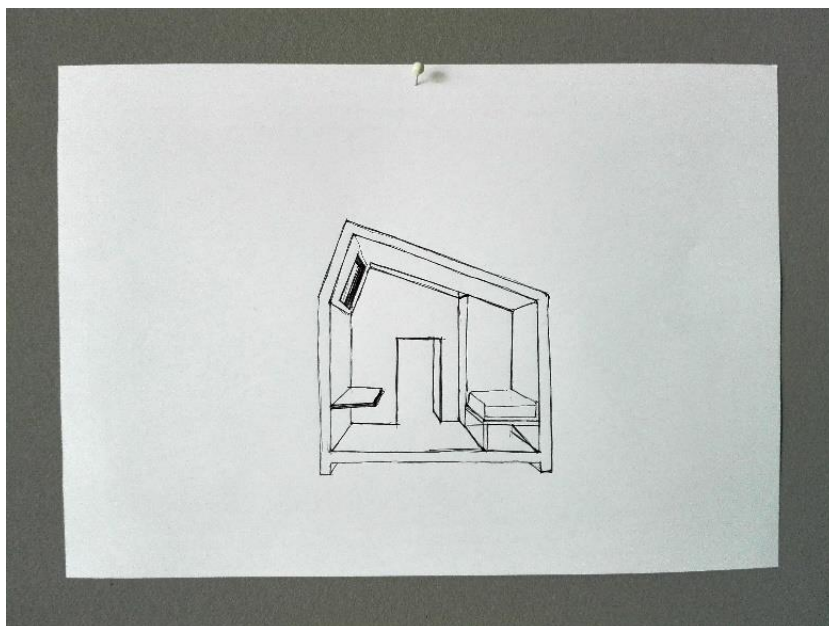


Figura 20 - Composição do interior

PROTOTIPAGEM FÍSICA

“O termo protótipo deriva do grego prototypon (πρωτότυπον) ou “forma primitiva”, e que para muitas pessoas representa, “a coisa que se faz antes de se começar a fazer milhões delas”. Na realidade, existem muitos tipos de protótipo, com diferentes funções e utilizações durante o processo de desenvolvimento do produto.” (Relvas, 2017)

Este nível de prototipagem pretende apoiar as áreas em que o desenho 2D se torna intangível, desenvolvendo-se uma discussão construtiva de iterações possíveis.

A necessidade principal para a produção deste protótipo passa pelo estudo com modelos à escala de objetos na interação com as propriedades da habitação (Figura 21). Nesta área sensível da universalidade, pretende-se eliminar possíveis erros de dimensionamento que possa existir no acesso a todas as áreas da habitação por pessoas com mobilidade reduzida. Prevê-se com este protótipo analisar problemas que pelo desenho de conceito seria mais difícil percecionar.

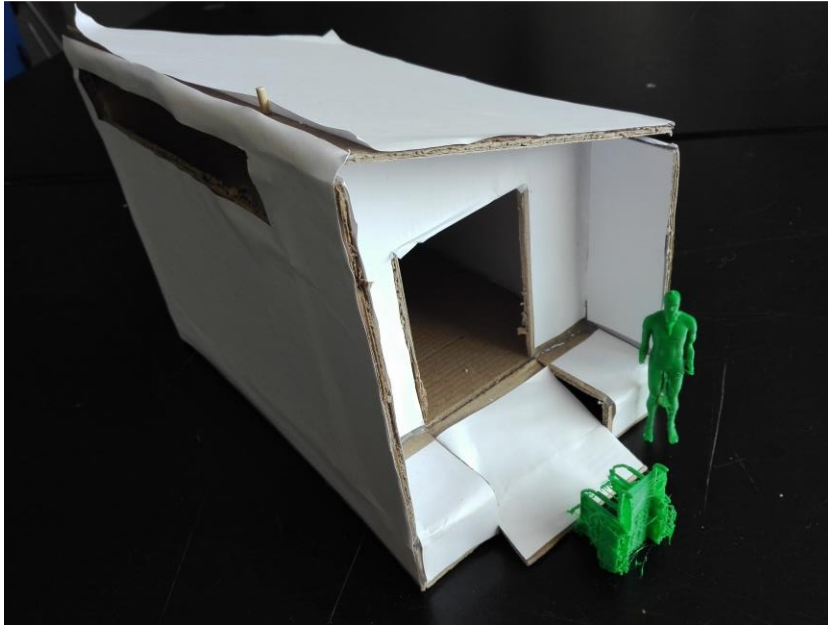


Figura 21 - Exemplo modelo físico

“A criação de protótipos físicos é uma tarefa fundamental para o processo de design como um todo. Por iteração precoce e repetida os protótipos físicos permitem alcançar resultados finais muito melhores.” (Relvas, 2017)

PROTOTIPAGEM VIRTUAL

Denomina-se prototipagem virtual à evolução dos desenhos CAD para a sua representação tridimensional onde é possível assumir um maior rigor na construção da forma, e identificar possíveis colisões no caso de conjuntos. Para o efeito recorre-se a softwares especializados, como o *Solidworks*, baseados em modelo de construção paramétrica. Definida a forma das peças pode explorar-se características mais visuais pela simulação de aplicação de materiais, texturas, cenários, etc. Neste estágio recorre-se a softwares de renderização como o *Keyshot*, onde se pretendem aferir expressões mais estéticas dos modelos criados.

Previsivelmente, sujeitou-se o projeto do habitáculo a essas camadas de evolução (Figura 22), evidenciando a importância da sua aplicação, pela facilidade e rapidez a validar e testar conceitos. A apresentação do protótipo virtual seguinte conta com alterações resultantes desta abordagem da prototipagem, com a combinação entre o desenho do conceito e a disposição do interior.

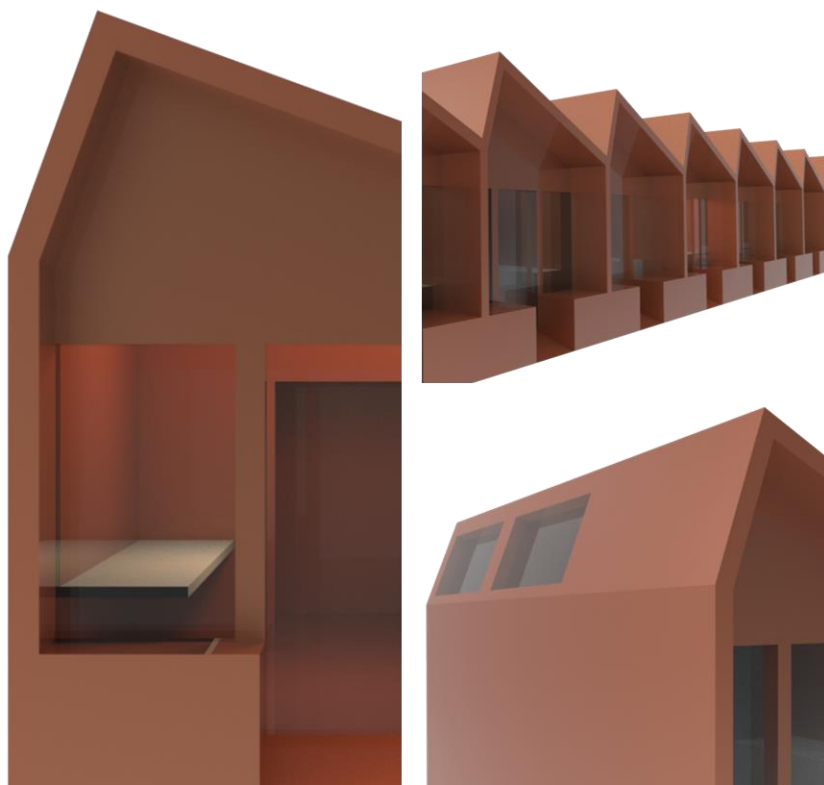


Figura 22 - Composição do protótipo virtual

TRANSPORTE DA HABITAÇÃO

Como foi visto atrás, o desenvolvimento da tipologia de habitações modulares e pré-fabricadas corresponde à construção total ou parcial em estaleiro. Contudo, verifica-se a necessidade de transportar a estrutura para o local onde vai ser implementada, de forma segura e eficaz com a rapidez possível. Neste momento, o módulo habitacional tem uma área total de 6x3,6 metros e uma altura máxima de 4 metros.

Segundo a ANTRAM (Associação Nacional de Transportadores Públicos Rodoviários de Mercadorias), a dimensão normalizada para a mercadoria de veículos pesados corresponde a 13,6x2,48 metros de área útil, sem necessidade de ocupação total da área de transporte. As transportadoras operam normalmente de duas formas: pela volumetria da carga ou por unidade de veículo alugado.

Posto isto, pretende-se desenvolver uma solução que possa considerar um módulo passível de ser dividido em 3 partes iguais, que corresponderá a blocos de 2 metros. O bloco 1 integra a casa de banho e a divisão das máquinas, o bloco 2 (central) a zona comum e o bloco 3 (acesso) o alpendre e restante zona comum (Figura 23). Deste modo, por veículo, consegue-se transportar em segurança

quatro partes, sendo que em cada três veículos, transportam-se quatro habitações.

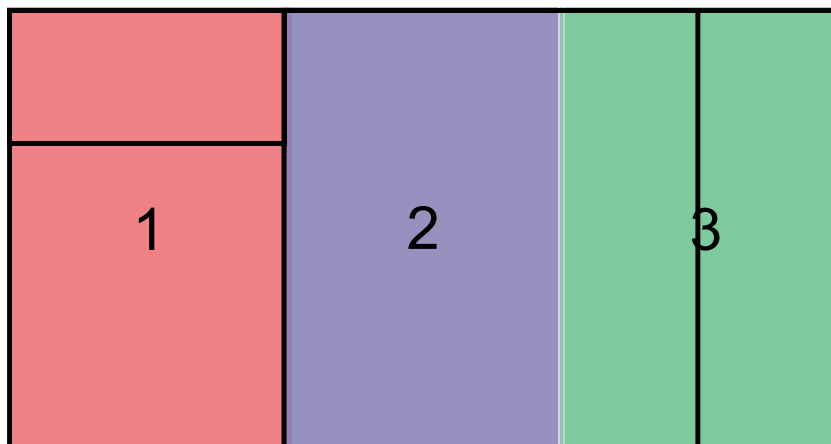


Figura 23 - Divisão da estrutura em blocos

ESTUDO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DA HABITAÇÃO

Definição das soluções construtivas

Pretendem-se avaliar diversas soluções construtivas tendo, como principal objetivo, o estudo do impacto da envolvente opaca e transparente no consumo energético da habitação, bem como utilizar o modelo no dimensionamento de sistemas ativos de climatização. Para o efeito modelou-se e parametrizou-se a habitação em desenvolvimento num software de simulação dinâmica, o DesignBuilder Software Ltd versão 6.1.0.006, definindo-se o clima de Aveiro e a orientação do Edifício a considerar.

Para o efeito, considerou-se como premissa de projeto manter uma temperatura no interior do espaço de 18°C, durante o Inverno, e durante o Verão, 25°C. Considerou-se como sistema ativo uma bomba de calor do tipo VRF, (*Variable Refrigerant Flow*) com um COPs (*Coefficient of Performance, sazonal*) de 3 e um EERs (*Energy Efficiency Ratio, sazonal*) de 4. O perfil do utilizador do espaço foi definido de acordo com o constante nas Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5 das páginas 36 e 37.

De modo a auxiliar a escolha de materiais na definição de soluções construtivas na envolvente opaca da habitação modular, definiram-se três ensaios onde apenas se varia a tipologia de envolvente. O impacto das soluções construtivas preconizadas é analisado em termos de potência de aquecimento e arrefecimento para todo o habitáculo, bem como consumos de energia anuais desgregados. Para o efeito, procede-se à análise em regime estacionário das condições referentes ao pior dia de Inverno

(potência de aquecimento) e do pior dia de Verão (potência de arrefecimento). Os consumos de energia são determinados por recurso a cálculo em regime transitório, considerando variações sub-horárias. Na Figura 24 pode ver-se um esquema do modelo da habitação no ambiente do software de simulação dinâmica, onde se identificam as Zonas úteis consideradas nos cálculos levados a efeito.

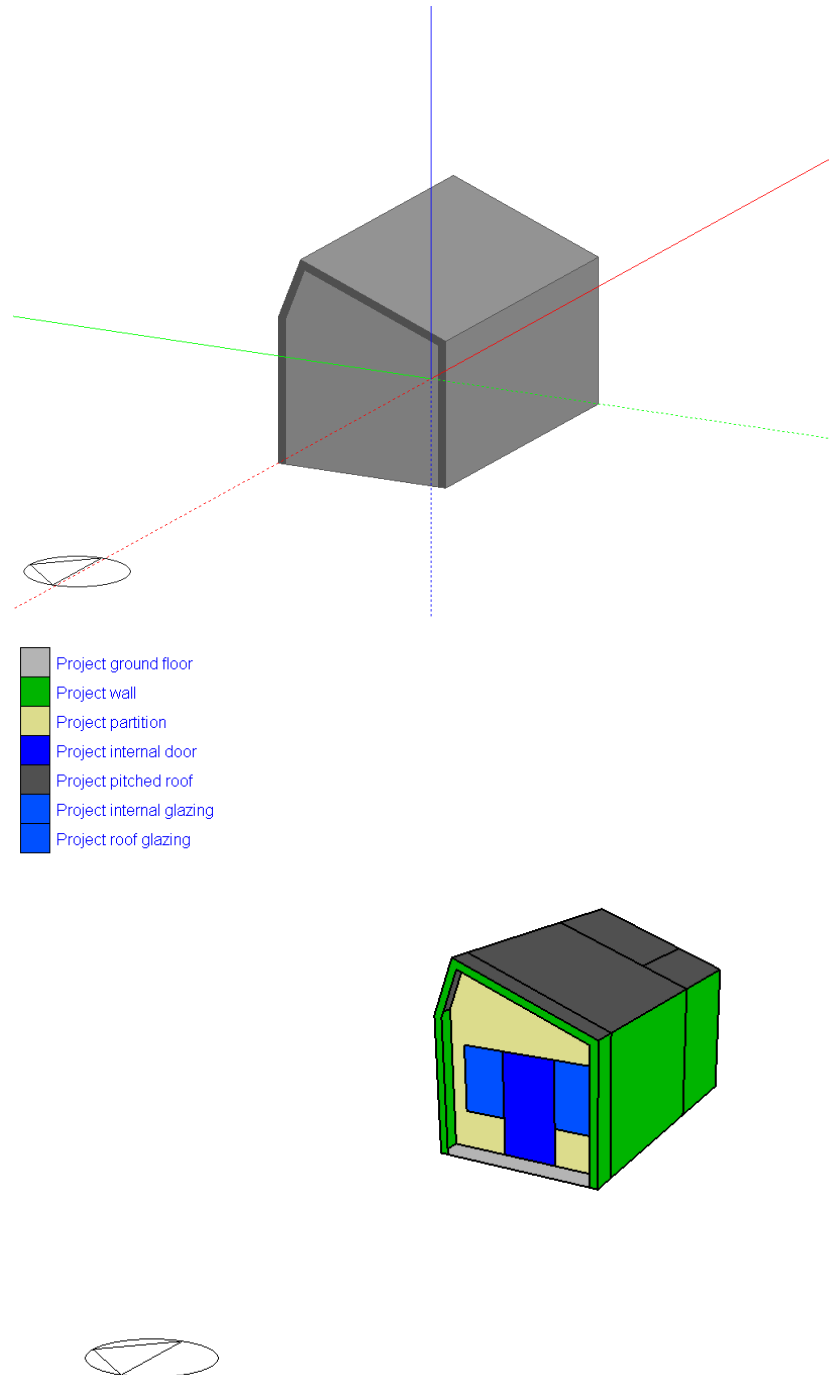


Figura 24 – Modelo de Habitáculo parametrizado em DesignBuilder

Dos ensaios preconizados para efeitos de análise paramétrica, identifica-se o Teste 1, que inclui a solução construtiva de referência DesignBuilder (soluções construtivas tipicamente utilizadas no Reino Unido para uma Habitação do tipo T0 - estúdio). O Teste 2 onde se avalia uma solução preconizada num dos casos de estudo referidos na bibliografia, o EVVO MT T0 da Kitur.

Por fim, o Teste 3, onde se avalia a solução preconizada. De notar que a solução de envolvente opaca preconizada teve como premissa o cumprimento do estabelecido pelas metodologias *Passive House*, tendo-se privilegiado o aumento da resistência térmica dos materiais (diminuindo o coeficiente de transmissão térmica), tiveram-se em conta fatores naturais, como a capacidade de construção fracionada, bem como a disponibilidade local, ou seja, privilegiou-se a escolha de materiais portugueses ou com representantes em Portugal. Esta escolha assenta na carência de construção por encomenda no futuro e de prazos reduzidos na entrega ao cliente. Com a necessidade de importação de materiais, o tempo de construção encontra-se sujeito à disponibilidade e acessibilidade do fornecedor externo. Devido ao pensamento irrevogável da necessidade da implementação de ciclo de vida aos novos produtos no mercado, a escolha dos materiais leva em conta o nível de reciclabilidade secundário, que consiste na reciclagem de todos os materiais presentes na construção, reduzindo a pegada ecológica no impacto ambiental do desmantelamento da unidade habitável no seu fim de vida útil. Deve-se então praticar a escolha ponderada com recurso ao ITE 50 do LNEC e atentar na origem dos mesmos. Ambiciona-se com esta escolha potenciar a dinamização do setor económico português.

Na Tabela 10 em anexo encontra-se a caracterização de todas as envolventes da habitação nos três testes, bem como os valores do coeficiente de transmissão térmica das envolventes modeladas. Todas as espessuras apresentadas no teste 3 encontram-se normalizadas no mercado.

Preconiza-se um revestimento de ICB (Aglomerado de cortiça expandida) no interior de toda a habitação, constituindo a mesma uma pele contínua de modo a evitar descontinuidades material e atenuando pontes térmicas lineares. As propriedades acústicas inerentes ao material tornam esta uma solução construtiva interessante se o módulo for utilizado durante o estudo de instrumentos musicais. A sua forma e textura conferem proteção ao

utilizador, a mesma que a cortiça natural fornece ao sobreiro. Nas diversas visitas a habitações de estudantes, observou-se vários objetos colados nas paredes – fotografias, trabalhos, pôsteres, entre outros. Com este material, pretende-se facilitar essa prática.

Utiliza-se lã de rocha como material isolador. Por sua vez, a aplicação de OSB (*Oriented Strand Board*, em português Painel de Tiras de Madeira Orientadas), serve de apoio à estrutura de LSF (*Light Steel Framing*). Com a aplicação da membrana hidrófuga prevê-se reduzir efeitos de infiltração de água, reduzindo os problemas de humidade na habitação. Este material, à semelhança do ICB, contorna a habitação através do pavimento, paredes e cobertura, eliminando-se zonas de rutura na proteção. A escolha da placa de cimento para o revestimento exterior deveu-se à variedade de acabamentos disponíveis no mercado. Na cobertura aplicar-se-á painel sanduíche liso.

Avaliação do comportamento térmico

Através da implementação das soluções construtivas, com os dados de perfis obtidos no Capítulo 2, procede-se à definição, no software, do utilizador e do perfil de ocupação do espaço, da densidade de iluminação e do perfil de utilização da mesma, da potência de equipamento instalada e do perfil de utilização do mesmo, das necessidades de água quente, de ventilação e do sistema de aquecimento e arrefecimento preconizado (Figura 58 e Figura 59). Com a atividade, sistemas e soluções construtivas para cada teste definidas, consegue-se calcular a potência necessária para o aquecimento e arrefecimento, bem como o consumo anual para cada um dos ensaios realizados. Nas tabelas abaixo (Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8) decorre o levantamento dos resultados simulados no *DesignBuilder*. Nas figuras em anexo (Figura 60, Figura 61 e Figura 62) encontra-se a desagregação do consumo elétrico da habitação.

Tabela 6 - Resultado da potência de aquecimento simulado

Teste 1	Teste 2	Teste 3
0,850 kW	0,930 kW	0,910 kW

Tabela 7 - Resultado da potência de arrefecimento simulado

Teste 1	Teste 2	Teste 3
0,250 kW	0,310 kW	0,370 kW

Tabela 8 - Resultado do consumo anual simulado

Teste 1	Teste 2	Teste 3
3016,43 kWh	3626,05 kWh	3059 kWh

Dos resultados obtidos, consegue observar-se que a melhor solução construtiva apresentada em todos os campos corresponde ao teste 1, solução construtiva de referência DB. Comparando-se os valores dos testes 2 e 3, despreza-se a oscilação do valor da potência de aquecimento e arrefecimento, no entanto, o teste 3 com uma solução construtiva que se quis com melhor isolamento, na verdade permite diminuir o consumo de energia anual em 16%. Prevê-se que a solução apresentada no Teste 3 consiga alcançar valores positivos em relação aos casos de estudo, mas ainda longe dos valores ideais da solução praticada pelo software no Teste 1 com diferença de 1,4%.

Devido à rotina diária do estudante na habitação se concentrar no período noturno, pretende-se estudar que capacidade tem a envolvente opaca preconizada de potenciar a utilização dos ganhos internos (nomeadamente os ganhos solares, visto se dar particular ênfase a esta componente na conceção do produto). De notar que a utilização dos ganhos internos está diretamente relacionada com a Inércia térmica (I_t) do habitáculo dada pela expressão:

$$I_t = \frac{\sum M_{si} \cdot r_i \cdot S_i}{A_p} \quad (\text{eq.1})$$

Onde M_{si} é a Massa superficial de cada elemento (kg/m^2); r_i o coeficiente de redução de perdas do revestimento de cada elemento, que assume o valor de 0.5 se a resistência térmica do revestimento for superior a $0.14 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W)}$ e 0 se for superior a $0.5 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W)}$. S_i é a área superficial útil do elemento em m^2 e A_p a área útil de pavimento em m^2 . (35088-(58) *Diário da República*, 2.^a série-N.º 234-3 de dezembro de 2013, n.d.)

De um modo geral poderá dizer-se que materiais com alta densidade, como o betão e cerâmica, têm uma maior capacidade de armazenamento de calor, contribuindo para melhores valores de inércia térmica. Existem três níveis de inércia térmica: fraca, média e forte.

Neste estudo, realiza-se uma simulação de quatro dias numa semana de janeiro e julho para perceber o impacto das três soluções

construtivas em estudo, e avaliar esta situação em particular. Em anexo encontram-se os gráficos de todos os testes (Figura 63 a Figura 68).

A linha vermelha e azul representa a necessidade de aquecimento e arrefecimento, respetivamente. A linha castanha a ocupação do utilizador na habitação e o impacto deste ganho interno. As restantes linhas definem ganhos internos (iluminação, equipamento) e externos (ganhos solares) pela envolvente transparente.

Analisando-se os meses de janeiro dos três testes, observa-se de imediato o fraco nível de inércia térmica, nas três soluções analisadas. O ganho solar que ocorre no período diurno perde-se no período noturno, onde a necessidade de aquecimento ascende drasticamente. Interessante perceber que a solução preconizada no teste 3 apresenta um melhor balanço térmico que as outras duas analisadas. Está-se em crer, que o revestimento, embora contribua sobremaneira para a redução da Inércia Térmica tem um efeito avassalador na minimização das perdas pela envolvente, resultando num *trade-off* interessante e que carece de mais investigação.

Observando-se os meses de julho dos três testes, nota-se um cenário oposto no verão. A solução construtiva estudada no teste 1 encontra-se com o menor balanço térmico. O pior caso define-se como o do teste 2, que consegue duplicar o seu valor em relação ao teste 3. A solução do teste 1 encontra-se um pico de arrefecimento, no entanto com um valor insignificante. Nos testes 2 e 3, com horário perto das 18h do dia, pela existência dos ganhos solares e o início da atividade na habitação pelos estudantes, encontra-se um pico elevado de necessidade de arrefecimento. Assim que os ganhos solares baixam, a necessidade de arrefecimento acompanha a mesma tendência.

Como referido anteriormente, a falta de inércia térmica agravada pelo revestimento no interior da habitação está na origem da incapacidade de utilização dos ganhos. A conclusão revê-se nas necessidades de aquecimento e arrefecimento, com os picos da reta no gráfico. Com uma solução de inércia térmica média ou forte, a reta tende a ficar uma constante ao longo do gráfico.

Na tentativa de resolução do problema, procedeu-se a um teste 4, inspirado na solução construtiva do teste 3, no entanto com alteração do pavimento. Com esta alteração espera-se obter um maior nível de inércia térmica, através da substituição de OSB por um

MDF de alta densidade e a colocação de uma camada de água. (Tabela 9). Estes materiais resultam numa maior densidade do pavimento, onde se procura reter o calor do ganho diurno.

Tabela 9 - Alteração construtiva teste 4

Pavimento	Placa de cimento 12,5mm Membrana hidrófuga 2,5mm Água 100mm MDF alta densidade 15mm ICB 60mm	U-value (W/m^2-K) = 0,521
-----------	--	----------------------------------

No entanto, não existem alterações no gráfico da simulação do teste 4. Os valores de necessidades de aquecimento e arrefecimento, bem como os valores de todos os ganhos encontram-se iguais aos dados do teste 3 (Figura 69 e Figura 70). Define-se então que o teste 4 não apresenta melhorias e uma construção modular com estas dimensões, constituindo dificuldade acrescida pela presença de água na sua solução construtiva.

Em suma, esta tipologia de construção apresenta claras lacunas ao nível da potenciação da utilização dos ganhos, podendo o aumento da Inércia Térmica da solução construtiva constituir uma mais valia, deste ponto de vista em particular no que concerne a minimização do consumo de energia. No entanto, é notório que com o elevado nível de isolamento se observa uma melhoria substancial do consumo de energia e diminuição de potência necessária para a habitação. Mais ainda, a solução construtiva preconizada, pela sua simplicidade e leveza torna-se mais adequada para uma construção modular, com claras vantagens quando considerados os seus custos globais (financeiros e ambientais) do seu fabrico e transporte.

SISTEMA DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO

Com a ambição de proporcionar o sistema ideal para a habitação, pretende-se que o impacto deste sistema no desenho seja o menor possível. Pretendem-se satisfazer as necessidades de arrefecimento e aquecimento necessárias durante o ano na habitação. Com a informação da potência necessária, no pior cenário dos três testes, procura-se uma solução que forneça uma potência mínima relativa aos valores do teste 2.

A proposta de uma solução individual passa pela instalação de um sistema de volume de refrigerante variável, tradicional ar-condicionado. Para reduzir o impacto visual e estético no exterior da

habitação que estes sistemas tradicionalmente implicam, pretende-se implementar uma solução que não tenha necessidade de uma unidade exterior (Figura 25). *Único* define a solução pretendida, com a geração de potência de arrefecimento mínimo de 1,2 kW e potência de aquecimento mínimo de 2,04 kW. Estes valores resolvem as necessidades da habitação. A capacidade deste aparelho torna-se na facilidade de adequação e colocação em qualquer espaço da habitação – na parede, perto do pavimento ou cobertura ou da parede adjacente. Pretende-se colocar o equipamento na divisão das máquinas, diminuindo a possibilidade de contacto entre o utilizador e a saída da ventilação, bem como a minimização do ruído.



Figura 25 - Sistema tradicional vs *Único* (Adaptado: página web Olimpia Splendid)

No entanto, se se pensar o projeto como uma aldeia, pode-se optar por uma unidade central com uma bomba de calor e cada habitação com uma unidade de tratamento de ar e rede de distribuição de ar. No entanto, para este cenário, necessita-se um estudo profundo com o *DesignBuilder*, para perceber a influência que as habitações adjacentes teriam. Perspetiva-se que os módulos das extremidades necessitariam de potências diferentes que as intermediárias, no entanto, os níveis de ganhos seriam desiguais. A UTA (Unidade de Tratamento de Ar) teria a funcionalidade de equilibrar estas necessidades. Prevê-se por isso, posteriormente, a necessidade de um estudo específico sobre o projeto a implementar.

APRESENTAÇÃO FINAL DA HABITAÇÃO

O resultado final do projeto é apresentado através de imagens foto realistas que ilustram a interação do utilizador com a habitação, funcionamento das soluções e detalhes. A Figura 71 em

anexo representa a sequência de aplicação das camadas dos materiais apresentados na solução construtiva analisada no teste 3.

As próximas figuras pretendem representar a solução final da habitação, com as dimensões gerais (Figura 26), simular a distribuição dos módulos em banda (Figura 27), exemplo de área de implementação com recurso a imagem de satélite (Figura 28), planta da habitação (Figura 29) e a representação dos alçados (Figura 30)

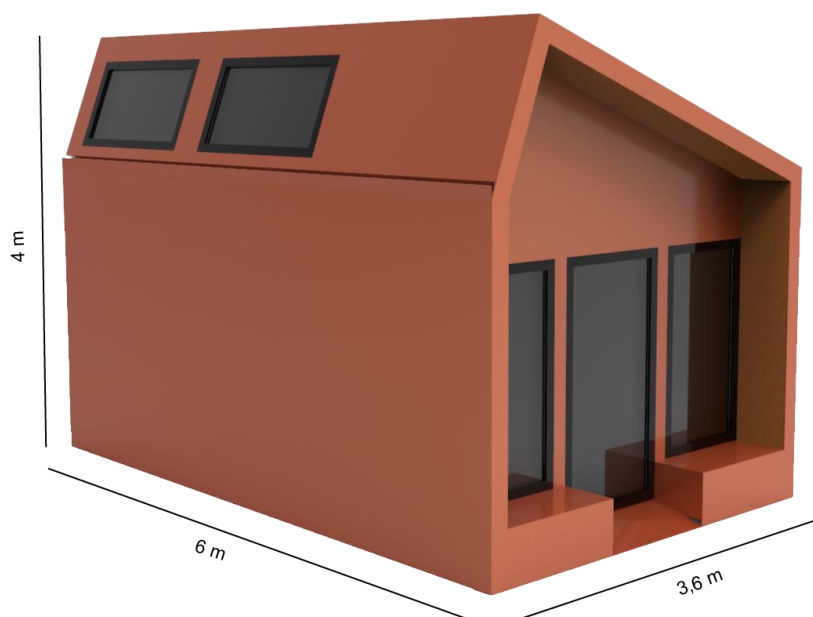


Figura 26 - Dimensões gerais da habitação

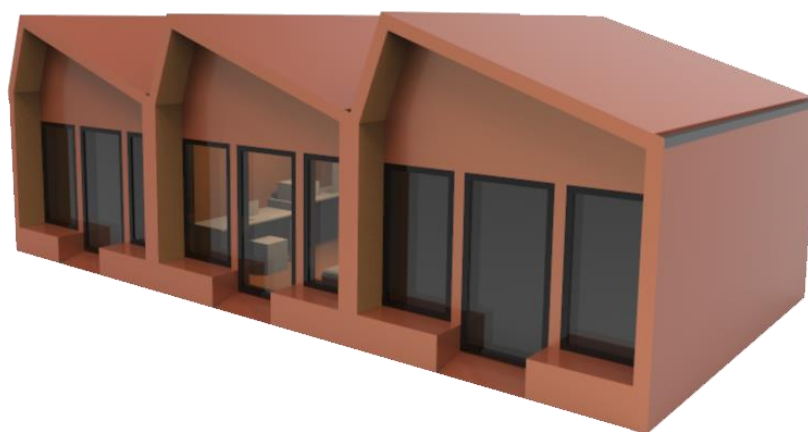
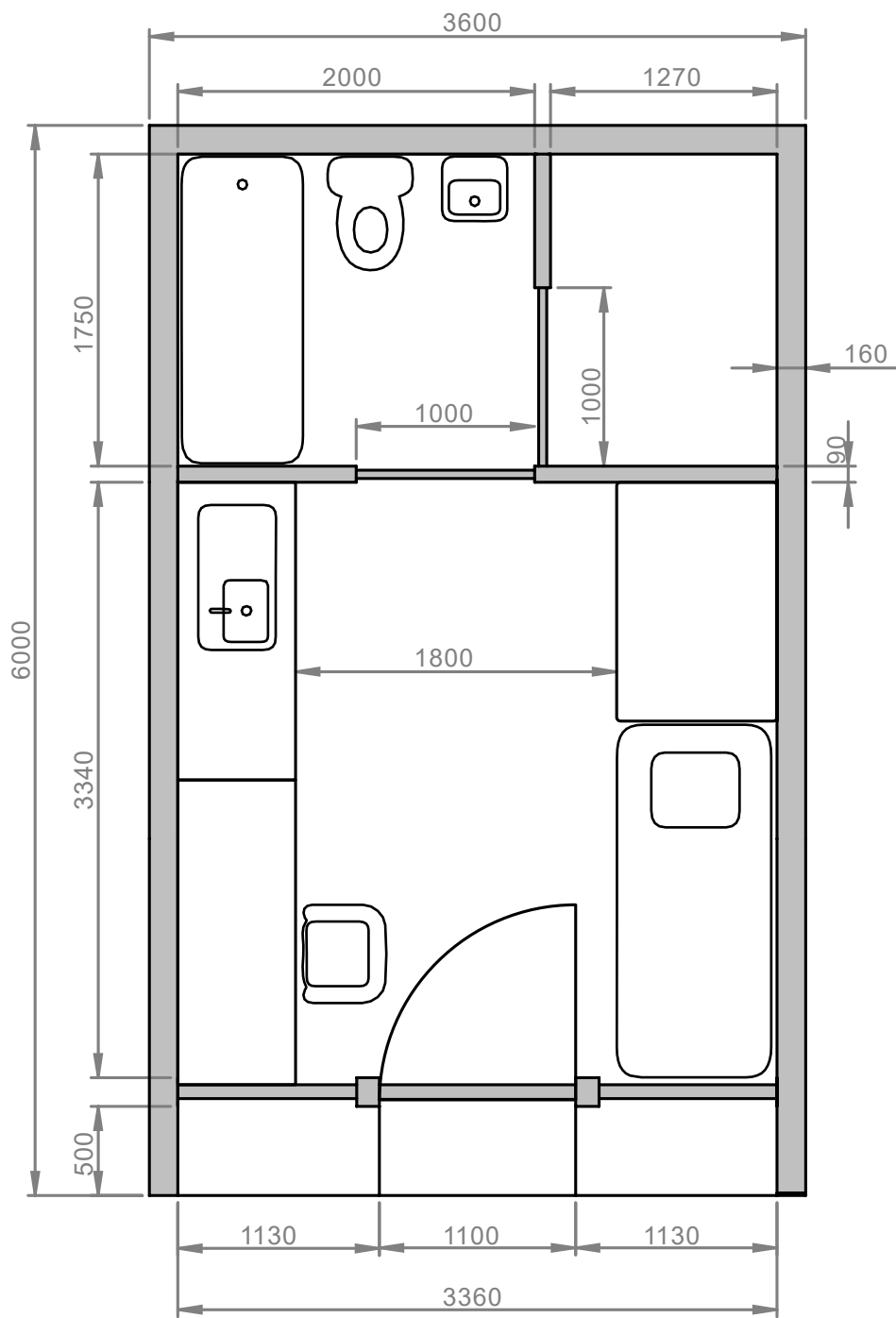




Figura 27 – Distribuição em banda dos módulos



Figura 28 - Imagem satélite (Adaptado: Google Maps)



Escala 1:50

Figura 29 - Planta da habitação

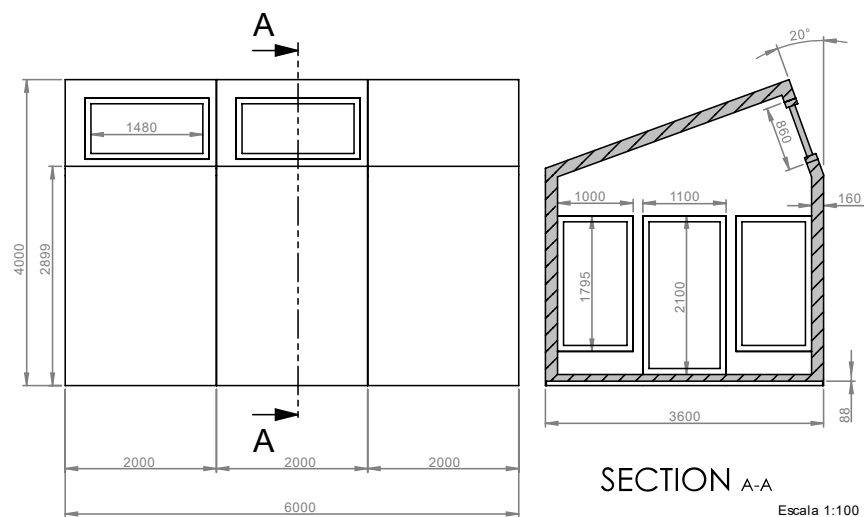


Figura 30 - Alçados da habitação

Para as janelas da habitação recorreu-se às cortinas de escurecimento da VELUX controladas por aplicação ou controlo remoto no telemóvel através de rede domótica (Figura 31).

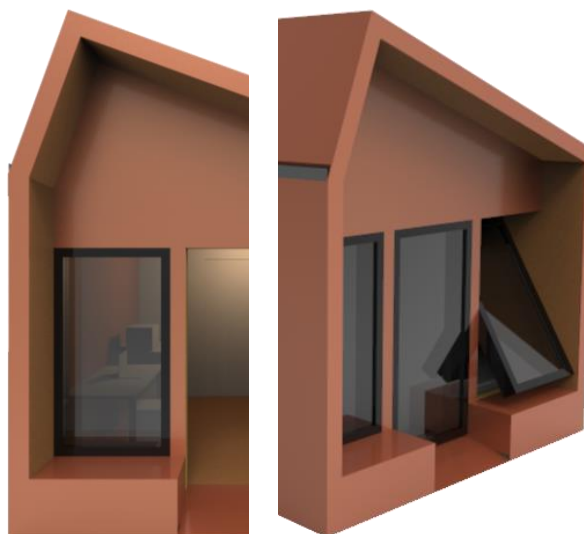


Figura 31 - Sistema VELUX

Atendendo às características de universalidade de uso que se pretende explorar no desenho da habitação, projetou-se para o acesso ao habitáculo rampa adequada para circulação de cadeira de rodas e identificação tátil nas portas para invisuais. Também a profundidade do alpendre pretende promover abrigo da chuva e do sol na zona de acesso e repouso no exterior. Nas imagens da Figura 32 representa-se a simulação de cadeira de rodas dentro da habitação.

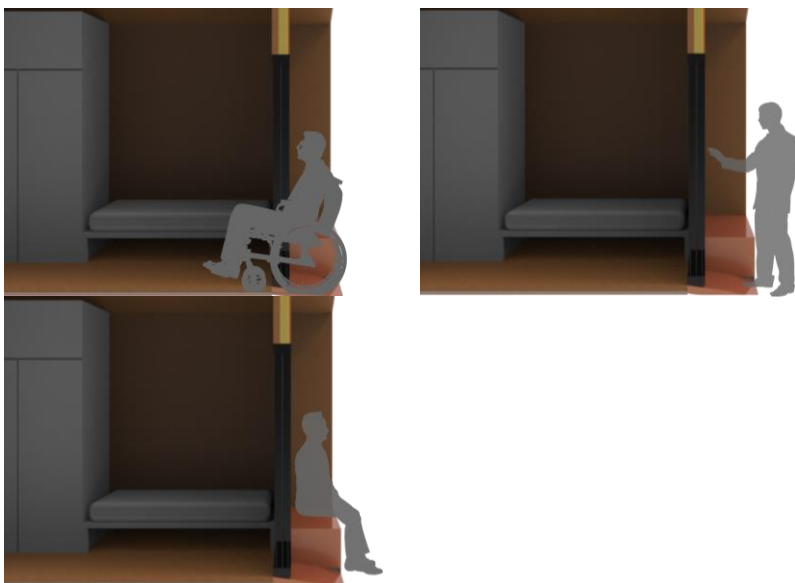


Figura 32 – Acessibilidade

A organização do espaço interior divide-se em. área de estudo, refeições e descanso num espaço único com cerca de $11\ m^2$, casa de banho com $3,5\ m^2$ e o espaço para máquinas com $2\ m^2$, somando um total de $16,5\ m^2$ de área útil. As portas interiores são deslizantes, para maximizar o espaço útil disponível. (Figura 34).

A área comum conta com eletrodomésticos, mesa de trabalho e refeições, banca, cama e armário. Casa de banho com duche, sanita e lavatório. Na casa das máquinas encontra-se o sistema VRF e o aquecimento de águas, que se representa por um termoacumulador dimensionado para o uso diário do utilizador.

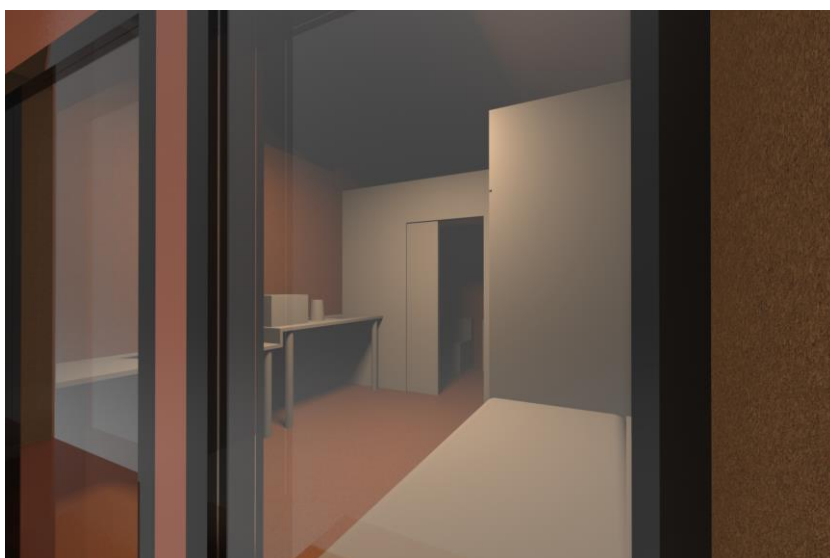


Figura 33 - Disposição do interior

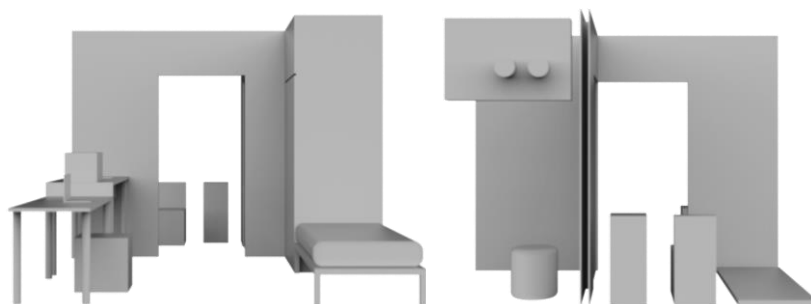


Figura 34 - Apresentação do interior

Dentro da habitação, simula-se a interação dos utilizadores com as diversas áreas e pretende-se ilustrar as propriedades do aglomerado de cortiça expandida para o utilizador no seu quotidiano.

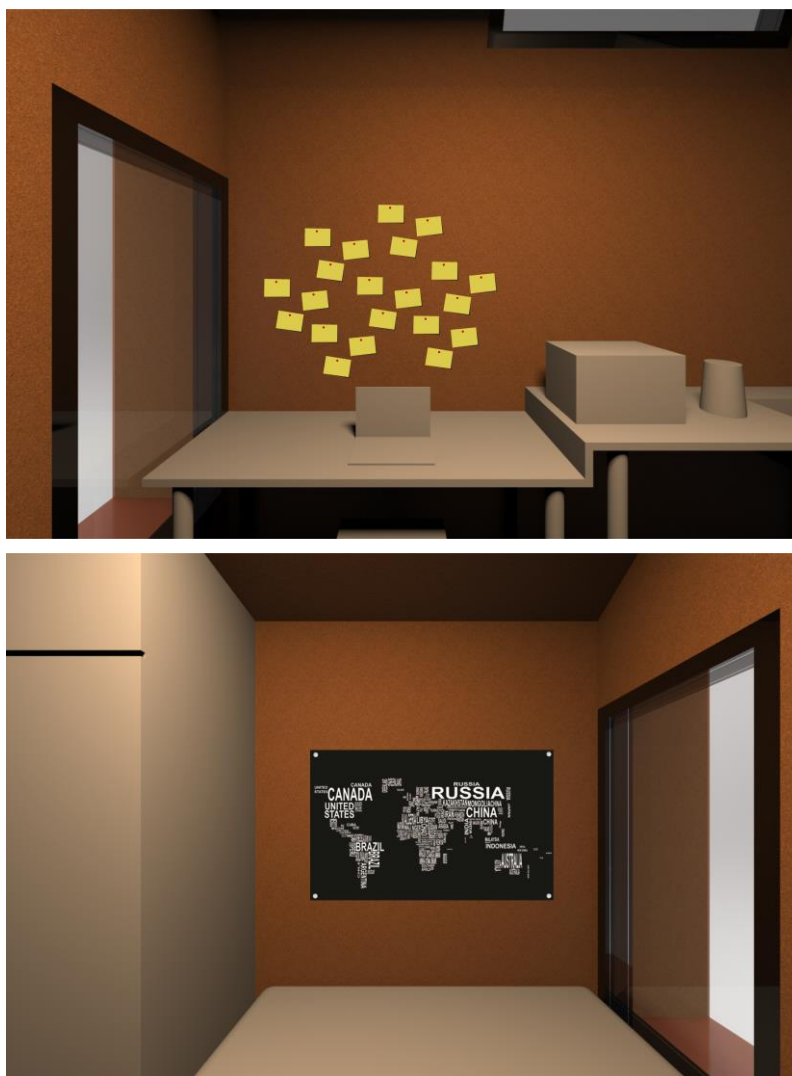


Figura 35 – Interação do utilizador com o interior

Os vãos envidraçados, permitem o contacto visual com o exterior vislumbrando-se os fantásticos pôr-de-sol de cor

avermelhada que a cidade de Aveiro garante na maior parte dos dias do ano. (Figura 36).



Figura 36 – Vista do interior

Por fim, uma imagem para ilustrar a divisão do módulo para o transporte no veículo de pesados de mercadorias, com divisão da estrutura em três partes com 2 metros cada. (Figura 37).



Figura 37 - Divisão da estrutura em blocos









Conclusão

Esta dissertação pretendeu demonstrar as fases de desenvolvimento de uma investigação na área do Design e da Engenharia, através de um projeto de habitáculo desenhado para um cenário específico. Outro fator que determinou um conjunto de constrangimentos projetuais, foca-se na identificação do público-alvo. Para definir os critérios que melhor respondiam às necessidades de utilização, analisou-se com detalhe as características de ocupação e interação com o espaço habitável pelos estudantes na Universidade de Aveiro, de forma a traçar um perfil genérico e universal de utilizador, que esteve na base das premissas do projeto.

Na perspetiva de alargar o âmbito de universalidade de utilização, considerou-se as principais necessidades e limitações de pessoas com mobilidade reduzida e incapacidade de visão. O recurso a ferramentas metodológicas de Design como o *brainstorming* configurou a geração de ideias e esboços que ilustraram diferentes abordagens e possíveis implicações projetuais. Na área da Engenharia, a inclusão de estudos e simulações na vertente do conforto térmico conseguiram imprimir ao projeto final a viabilidade construtiva desejada em resposta às necessidades de utilização estudadas.

Perspetivando-se a transposição deste projeto para outros contextos diferentes das condições identificadas para a região de Aveiro, recomenda-se a realização de estudos específicos que considerem a análise das características dos possíveis locais a implementar a solução.

Trabalhos Futuros

Com a ambição do desenvolvimento desta dissertação focada na visão do *modus vivendi* do estudante universitário surge a possibilidade de explorar com maior profundidade temáticas que nesta dissertação foram apenas afloradas pela necessária gestão das expectativas e tempo disponível para a sua realização – organização dos espaços interiores, desenho e adequação do mobiliário sob a perspetiva da economia de espaço e a versatilidade das soluções desenhadas para um público alvo específico. Entende-se que estas temáticas influenciam a perceção de bem-estar e conforto, projetando-se um produto final capaz de responder às necessidades e expectativas dos seus utilizadores. O interesse no desenvolvimento do interior do habitáculo baseia-se no desejo de refletir criticamente

sobre as melhores características de habitabilidade que um sistema universal possa oferecer na sociedade contemporânea.

Considerando todos os sistemas e subsistemas exigíveis numa habitação – rede de água potável, águas quentes sanitárias e residuais, rede de energia elétrica, renovação de ar e climatização do edifício – importa refletir nos processos construtivos com menor impacto ambiental e redução da pegada ecológica no seu tempo de vida útil. Seguramente que o melhor desenvolvimento destas etapas potenciará o sucesso da implementação da solução num mercado universitário ou de outra tipologia.

Concretamente aos estudos abordados na dissertação, considera-se pertinente a simulação do comportamento térmico da habitação em modo agrupado, na procura de resultados negativos que possam comprometer a viabilidade do projeto na sua vida útil. Prevê-se ainda que com o desenvolvimento integral do projeto, seja possível estudar novas soluções que potenciem o aumento do nível da inércia térmica do habitáculo.

Por fim, todo o trabalho de investigação seria insatisfatório se não se conseguisse convencer um parceiro privado/público a acompanhar, colaborar e investir na produção de um protótipo real contribuindo assim para esclarecer questões que só a sua materialização permitirá dissolver definitivamente – resiliência estrutural, seleção de materiais, princípios de ergonomia, confirmação ampla de conforto, bem-estar; segurança e desejo, naturalmente desenvolvidos sob a orientação de critérios da universalidade de uso.

Referências

- 35088-(58) *Diário da República*, 2.^a série-N.º 234-3 de dezembro de 2013. (n.d.). Retrieved from http://www.oern.pt/documentos/legislacao/d_dl_dr/D15793-K_2013.pdf
- ADENE- Agência para a Energia com o apoio técnico do CPI- Centro Português de Iluminação (Ed.). (2010). *A luz certa em sua casa* (4th ed.). Retrieved from <https://docplayer.com.br/15664-A-luz-certa-em-sua-casa.html>
- Alves, J. M. M. V. da S. (2016). *Estudo sobre uma nova solução de acomodação temporária*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/handle/10773/22261>
- Alves, M. (2011). *Desenvolvimento de um simulador de consumos de energia eléctrica ao nível do sector da habitação com capacidade para sugerir deslastre de cargas*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico de Lisboa. Retrieved from https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143168120/Dissertação_mestrado_Marina_Alves_57117.pdf
- Antunes, M. (2000). *1º congresso nacional da industria de pré-fabricação em betão*. Associação Nacional dos Industriais de Produtos de Cimento. Retrieved from <https://bibliotecas.ipb.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10491>
- Araújo, P. (2000). Energia eólica em expansão. *AEP Ambiente*, 3.
- Bernard, J. (2017). *Energy Behaviour in Dutch Student Houses An Analysis of Energy Use and Energy Time of Use in a Field Lab Setting*. Dissertação de Mestrado, Wageningen University & Research. Retrieved from <http://www.start2act.eu>
- Blachère, G. (1977). *Tecnologías de la construcción industrializada*. G. Gili. Retrieved from https://books.google.pt/books/about/Tecnologías_de_la_construcción_industr.html?id=_ZCFPQAACAAJ&redir_esc=y
- Bosch et al., J. (2009). Panorama of energy. In *Energy statistics to support EU policies and solutions* (p. 150). Luxembourg. <https://doi.org/10.2785/26846>
- Calapez, A. de C. (2013). *Arquitectura sob rodas. O arquiteto e a habitação móvel*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. Retrieved from https://sigarra.up.pt/reitoria/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=23494
- Chappells, H. (2010). Intelligent Buildings International Comfort, well-being and the socio-technical dynamics of everyday life. *Intelligent Buildings International*, 2, 286–298. <https://doi.org/10.3763/inbi.2010.0003>

- Diener, E. (2009). *The Science of Well-Being: The Collected Works of Ed Diener*. Springer.
- Domingos, A. (2014). *Energia fotovoltaica em edifício unifamiliar-Análise Custo Benefício*. Universidade Nova de Lisboa. Retrieved from https://run.unl.pt/bitstream/10362/14176/1/Domingos_2014.pdf
- Fabi et al., V. (2011). Description of occupant behaviour in building energy simulation: state-of-art and concepts for improvements. Retrieved from [http://orbit.dtu.dk/en/publications/description-of-occupant-behaviour-in-building-energy-simulation-stateofart-and-concepts-for-improvements\(10d23860-ee3e-45a7-90a0-0f488fd35e67\).html](http://orbit.dtu.dk/en/publications/description-of-occupant-behaviour-in-building-energy-simulation-stateofart-and-concepts-for-improvements(10d23860-ee3e-45a7-90a0-0f488fd35e67).html)
- Feist, W. (1998). 25 Years Passive House Interview with Dr. Wolfgang Feist. *Passivhaus Institut*, 1. Retrieved from https://passivehouse.com/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm
- Fernandes, A. (2009). *HABITAÇÃO (colectiva) MODULAR PRÉ-FABRICADA*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- Folz, R. R. (2002). *Mobiliário na Habitação Popular*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Retrieved from <https://pt.scribd.com/document/221977033/FOLZ-MobiliarioHabPopular>
- Fonseca, X. (1994). *Las medidas de una casa*. Pax México. Retrieved from <http://dearkitectura.blogspot.com/2013/02/las-medidas-de-una-casa-pdf.html>
- Gama, F. C. S. (2013). *Análise do desempenho térmico de casas modulares pré-fabricadas*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/handle/10773/11055>
- Gavião, J. R. S. P. (2012). *Princípios para a aplicação do conceito passive house em Portugal*. Universidade do Minho. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/25681>
- Jevremovic, L., Vasic, M., & Jordanovic, M. (2012). Aesthetics of Industrial Architecture in the Context of Industrial Buildings Conversion. *PhIDAC*, 80–88. Retrieved from http://www.academia.edu/1977965/AESTHETICS_OF_INDUSTRIAL_ARCHITECTURE_IN_THE_CONTEXT_OF_INDUSTRIAL_BUILDINGS_CONVERSION
- Kopp, A. (1990). *Quando o moderno não era um estilo e sim uma causa*. Nobel.
- Kronenburg, R. (2008). *Portable architecture* (4th ed.). Liverpool: Birkhauser.
- Lawson, R. M., & Acgi, M. (2007). *Building Design Using Modules*. Retrieved from https://www.steelconstruction.info/images/6/67/SCI_P348.pdf

- Lemos, S. M. C. (2006). *Artefactos economizadores de espaço*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/handle/10773/1130>
- Lengen, J. (2010). *Manual do arquitecto descalço*. Dinalivro.
- Lindade, A. A. F. (2018). *Habitáculo temporário para áreas protegidas e afins*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Marques, J. P. (2016). *Análise do consumo de energia elétrica numa habitação*. ISEP. Retrieved from http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/9957/1/DM_JoseMarques_2016_MEEC.pdf
- Martins, K. F. (2013). *Micro arquitetura no Japão : compressão espacial e funcional*. Dissertação de Mestrado, Universidades Lusíada Lisboa. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11067/359>
- Milano et al., M. (2005). *Do habitar* (1st ed.). Escola Superior de Artes e Design. Retrieved from <http://store.esad.pt/pt/products/books/do-habitar>
- Miller, W. R. (1988). *A definição de design*. Retrieved from <http://feiramoderna.net/ufes/projeto1/MILLER-A-definicao-de-Design.pdf>
- Munari, B. (2014). *Das coisas nascem coisas*. (E. 70, Ed.) (70th ed.). Lisboa: Arte e Comunicação.
- Palhinha, M. (2009). *Sistemas de sombreamento em arquitetura: proposta de um novo método de concepção e dimensionamento*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico Lisboa, Lisboa. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395138397223/Dissertacao.pdf>
- Reis, A. (2013). *Influência dos comportamentos no consumo energético de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/11997/1/8347.pdf>
- Relvas, C. (2017). *Design & Engenharia: da ideia ao produto*. Publindústria.
- Rybczynski, W. (1987). *Home: A Short History of an Idea*. Penguin Books.
- Schmid, A. (2005). *A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. (P. Ambiental, Ed.) (1st ed.). Pacto Ambiental. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4800.1365>
- Silva, H., & Santos, M. (2018). *O significado do conforto no ambiente residencial*. PROARQ 18 (Vol. 1). Retrieved from http://www.proarq.fau.ufrj.br/revista/public/docs/Proarq18_OSignificadoConforto_SilvaSantos.pdf
- Torriti, J. (2017). Understanding the timing of energy demand through time use data: Time of the day dependence of social practices. *Energy Research & Social Science*, 25, 37–47. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2016.12.004>

- U.S. Green Building Council. (2018). How LEED evolves. *U.S. Green Building Council*. Retrieved from <https://www.usgbc.org/store>
- Vasconcelos, S. (2014). *Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construtivo*. Universidade de Lisboa. Faculdade de Arquitetura. Retrieved from <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/6820>
- Wood, G., & Newborough, M. (2003). Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design. *Energy and Buildings*, 35(8), 821–841. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00241-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00241-4)
- Yu et al., Z. (2011). A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. *Energy and Buildings*, 43(6), 1409–1417. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2011.02.002>

Anexos

CÁLCULOS AUXILIARES

Kitur

Parede Exterior

Sanduiche 60mm 40kg/m³ (k= 0,037)⁵

$$R1 = \frac{0,06}{0,037} = 1,62 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

MDF Hidrófugo 10mm 800kg/m³ (k= 0,18)⁶

$$R2 = \frac{0,01}{0,18} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Lã de rocha 50 mm 40kg/m³ (k= 0,040)⁷

$$R3 = \frac{0,05}{0,040} = 1,25 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$Rt = Rse^8 + R1 + R2 + R3 + Rsi^9 = 0,04 + 1,62 + 0,06 + 1,25 + 0,13 = 3,1 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,322 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Parede Interior

MDF Hidrófugo 10mm 800kg/m³ (k= 0,18)

$$R1 = \frac{0,01}{0,18} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Lã de rocha 45 mm 40kg/m³ (k= 0,040)

$$R2 = \frac{0,045}{0,040} = 1,125 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

MDF Hidrófugo 10mm 800kg/m³ (k= 0,18)

$$R1 = \frac{0,01}{0,18} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$Rt = Rse + R1 + R2 + R3 + Rsi = 0,04 + 0,06 + 1,125 + 0,06 + 0,13 = 1,415 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,707 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Pavimento

Sanduiche 40mm 40kg/m³ (k= 0,037)

$$R1 = \frac{0,04}{0,037} = 1,08 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Betão leve qualificado 70 mm 1000kg/m³ (k= 0,36)¹⁰

$$R2 = \frac{0,07}{0,36} = 0,194 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$Rt = Rse + R1 + R2 + Rsi = 0,04 + 1,08 + 0,194 + 0,10 = 1,414 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical ascendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,707 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

⁵ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.3

⁶ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.8

⁷ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.3

⁸ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.11

⁹ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.11

¹⁰ Valor retirado do ITE50 do LNEC, Anexo I, pág. I.5

$$Rt = Rse + R1 + R2 + Rsi = 0,04 + 1,08 + 0,194 + 0,17 = 1,484 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical descendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,673 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Cobertura

Sanduiche 30mm 40kg/m³ (k= 0,037)

$$R1 = \frac{0,03}{0,037} = 0,526 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Lã de rocha 50 mm 40kg/m³ (k= 0,040)

$$R2 = \frac{0,05}{0,040} = 1,25 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Sanduiche 60mm 40kg/m³ (k= 0,037)

$$R3 = \frac{0,06}{0,037} = 1,621 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$Rt = Rse + R1 + R2 + R3 + Rsi = 0,04 + 0,526 + 1,25 + 1,621 + 0,10 = \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical ascendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,521 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

$$Rt = Rse + R1 + R2 + R3 + R4 + Rsi = 0,04 + 0,526 + 1,25 + 1,621 + 0,17 = \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical descendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,503 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Wikkelhuse

$$Ri = 3,5 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

Parede

$$Rt = Rse + Ri + Rsi = 0,13 + 3,5 + 0,04 = 3,67 \text{ m}^2 \cdot C/W$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,272 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Pavimento

$$Rt = Rse + Ri + Rsi = 0,10 + 3,5 + 0,04 = 3,64 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical ascendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,275 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

$$Rt = Rse + Ri + Rsi = 0,17 + 3,5 + 0,04 = 3,71 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical descendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,270 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

Cobertura

$$Rt = Rse + Ri + Rsi = 0,10 + 3,5 + 0,04 = 3,64 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical ascendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,275 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

$$Rt = Rse + Ri + Rsi = 0,17 + 3,5 + 0,04 = 3,71 \text{ m}^2 \cdot C/W \text{ (vertical descendente)}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = 0,270 \text{ W/m}^2 \cdot C$$

FICHAS TÉCNICAS

TÉKETO (MODIKO)

Construção: modular

Modelo (área e tipologia): EVVO MT (T0 – 65m²)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: ensoleiramento ou estacas de betão

Solução: parcialmente aberta

Envolvente

Parede: gesso cartonado + lã mineral ($U=0,290 \text{ W/m}^2 \cdot C$)

Cobertura: painéis OSB + lã mineral + gesso cartonado ($U=0,370 \text{ W/m}^2 \cdot C$)



Figura 38 - Planta EVVO MT



Figura 39 - Renderização exterior do módulo EVVO MT

MODULAR SYSTEM

Construção: modular

Modelo (área e tipologia): a definir

Estrutura: madeira lamelada

Fundação: sapatas de betão ou estacas de madeira

Solução: parcialmente aberta

Envolvente

Paredes: Duplo painel de OSB + Caixa-de-ar + lã mineral ($U=0,350 \text{ W/m}^2 \cdot C$)

Cobertura: Contraplacado ($U=0,420 \text{ W/m}^2 \cdot C$)



Figura 40 - ECOCAMP COCOON

SIT

Construção: modular

Modelo (área e tipologia): GREEN (T0 - $18m^2$)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: blocos de betão

Solução: parcialmente aberta

Envolvente

Parede: betão armado reforçado com fibras de vidro + poliuretano expandido 40 mm ($0,359 W/m^2 \cdot C$)

Cobertura: placas de gesso cartonado ($U=0,243 W/m^2 \cdot C$)

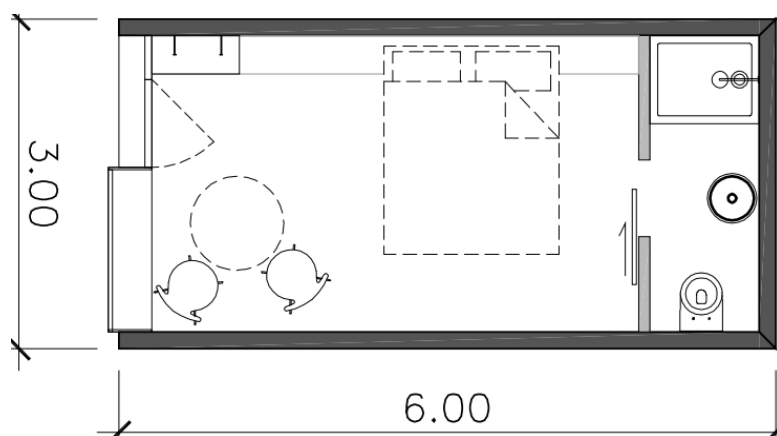


Figura 41 - Planta GREEN¹¹



Figura 42 – Renderização exterior do módulo GREEN

¹¹ Unidades em metros

FICTION FACTORY

Construção: modular

Modelo (área e tipologia): Wikkellhouse ($5m^2$ por módulo)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: sapatas de betão ou madeira

Solução: parcialmente aberta

Envolvente

Parede: Painel de madeira à prova de água + Contraplacado + 24 camadas cartão ($U=0,272$ $W/m^2 \cdot C$)

Cobertura: Painel de madeira à prova de água + Contraplacado + 24 camadas cartão ($U=0,270$ $W/m^2 \cdot C$ vertical descendente e $U=0,275$ $W/m^2 \cdot C$ vertical ascendente)

Pavimento: Painel de madeira à prova de água + Contraplacado + 24 camadas cartão ($U=0,270$ $W/m^2 \cdot C$ vertical descendente e $U=0,275$ $W/m^2 \cdot C$ vertical ascendente)



Figura 43 – Wikkellhouse: composição de 5 módulos

JULAR

Construção: modular

Modelo (área e tipologia): Treehouse Spot (T1 – 22m²)

Estrutura: madeira lamelada

Fundação: sapatas de betão ou madeira

Solução: fechada

Envolvente

Parede: madeira + caixa de ar dupla + madeira de pinho silvestre tratado em autoclave

Cobertura: Tela de impermeabilização

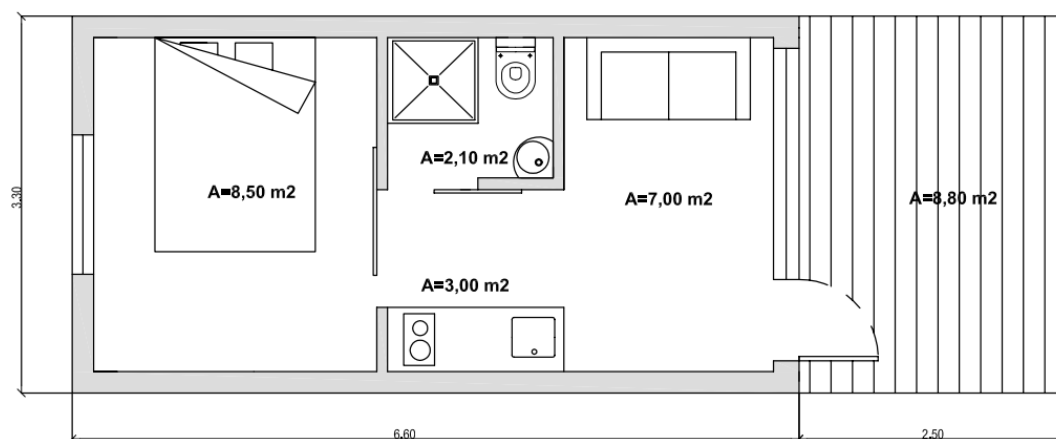


Figura 44 - Planta Treehouse Spot¹²



Figura 45 - Treehouse Spot modelo T1

¹² Unidades em metros

HABIMÓVEL

Construção: modular e móvel

Modelo (área e tipologia): a definir

Estrutura: madeira

Fundação: patas niveladoras e eixo com rodas

Solução: parcialmente aberta



Figura 46 - Projeto exemplo Habimóvel

DMD MODULAR

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): Student Housing (T0 - 23m²)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: blocos de betão

Solução: fechada

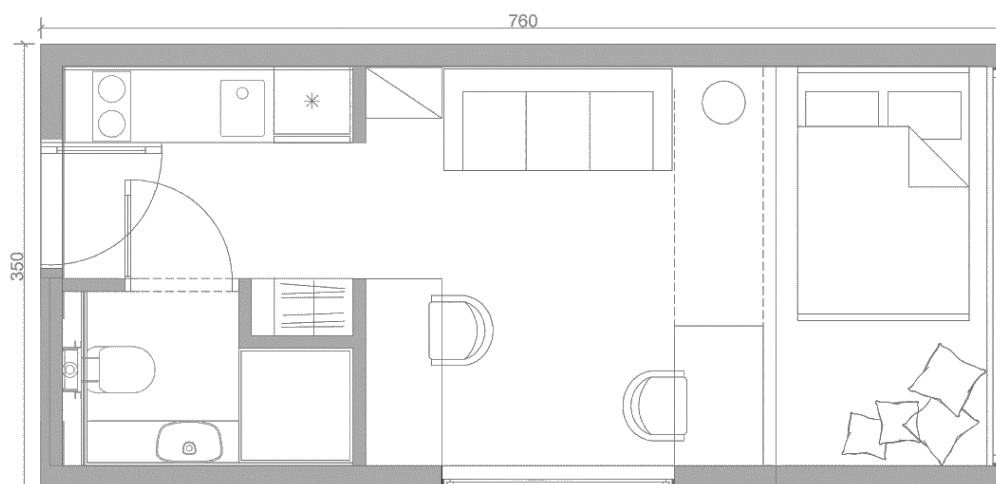


Figura 47 - Planta Student Housing¹³



Figura 48 - Student Housing

¹³ Unidades em centímetros

LTG

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): COODO (T0 - 20m²)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: Sem apoio

Solução: fechada

Envolvente

Parede: Painel de 3 folhas

PASSIVE HOUSE STANDARD



Figura 49 – Renderização exterior e interior do módulo COODO

KITUR

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): Geres (T0 - $15m^2$)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: patas niveladoras e eixo com rodas

Solução: fechada

Envolvente

Parede: Sanduiche 60mm $40kg/m^3$ + MDF Hidrófugo 10mm + Lã de rocha $40Kg/m^3$ 50 mm
($U=0,322 W/m^2 \cdot C$)

Cobertura: Sanduiche 30 mm $40 kg/m^3$ + Lã de rocha $40Kg/m^3$ 50 mm ($U=0,503 W/m^2 \cdot C$ vertical descendente e $U=0,503 W/m^2 \cdot C$ vertical ascendente)

Pavimento: Sanduíche 40mm $40kg/m^3$ + Betão leve qualificado 70 mm $1000kg/m^3$ ($U=0,673 W/m^2 \cdot C$ vertical descendente e $U=0,707 W/m^2 \cdot C$ vertical ascendente)

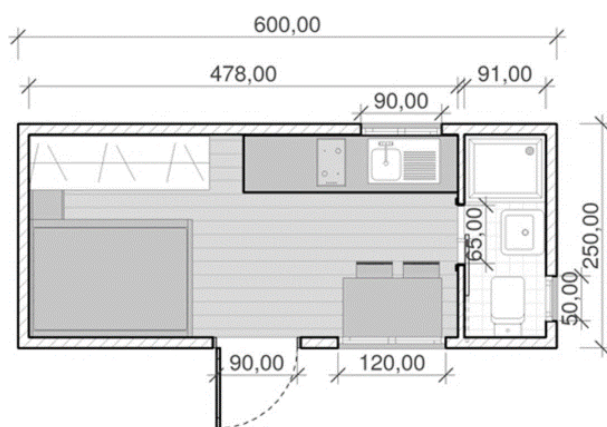


Figura 50 - Planta Geres¹⁴



Figura 51 - Projeto exemplo Bungalow Kitur

¹⁴ Unidades em centímetros

GOODMOOD

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): Bungalow (T0 - 21m²) (T1 - 32m²)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: chassi metálico

Solução: fechada

Envolvente

Parede: cortiça, madeira ou ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*) + lã de rocha

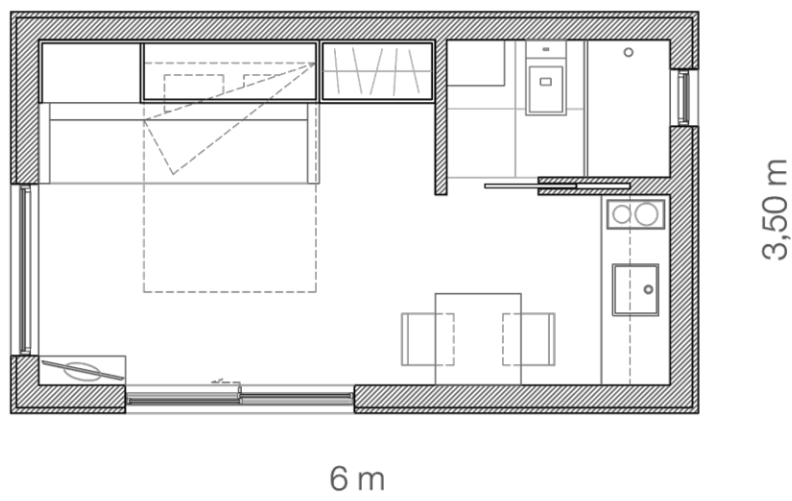


Figura 52 - Planta Bungalow T0



Figura 53 – Bungalow GOOMOOD

DUBLDOM

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): Barn 23 (T0 – 23m²)

Estrutura: LSF (*light steel framing*)

Fundação: estaca de parafuso

Solução: parcialmente aberta

Envolvente

Parede: isolamento knauf + madeira pinho 20mm + chapa de aço 0,45mm + membrana vapor + membrana hidro-vento

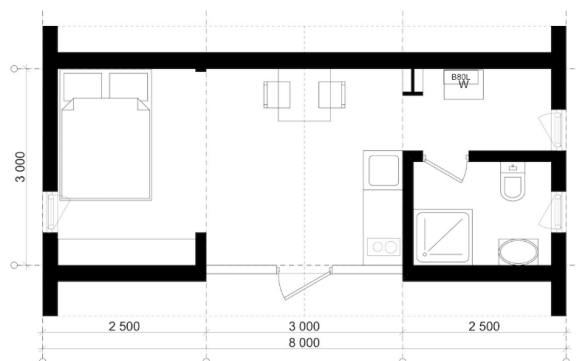


Figura 54 - Planta Barn 23¹⁵



Figura 55 – Modelo Barn 23

¹⁵ Unidades em milímetros

TINY STUDIO FLAT

Construção: móvel

Modelo (área e tipologia): T0 – 10m²

Estrutura: madeira

Fundação: blocos de betão

Solução: fechada

Envolvente

Parede: Madeira lamelada

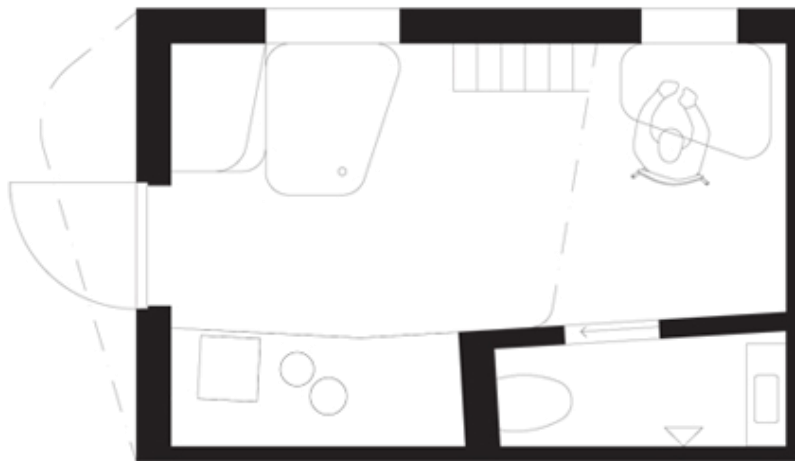


Figura 56 - Planta Tiny Studio Flat



Figura 57 - Tiny Studio Flat

FIGURAS AUXILIARES

General

Name Dissertação profile

Description

Source Aveiro

Category Residential spaces

Region PORTUGAL

Schedule type 1-7/12 Schedule

Design Days

Design day definition method 2-Profiles

Heating design day profile On

Cooling design day profile On

Profiles

Mo...	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Jan	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Feb	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Mar	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Apr	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
May	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Jun	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Jul	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Aug	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Sep	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Oct	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Nov	semana	semana	semana	semana	semana	On	On
Dec	semana	semana	semana	semana	semana	On	On

Figura 58 - Definição do horário anual

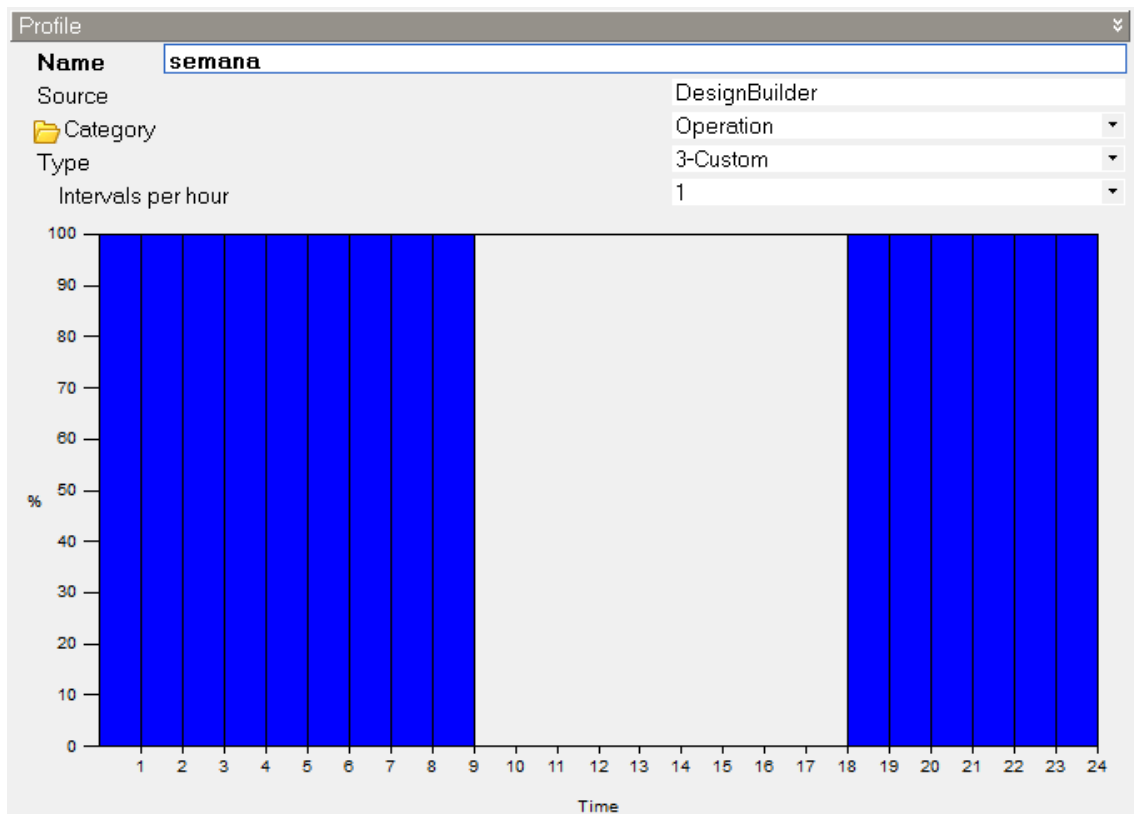


Figura 59 - Definição horário semanal (formato diário)

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.77	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	36.94	0.00	0.00
Interior Lighting	327.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	521.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	1108.62	21.22
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	848.88	0.00	0.00	36.94	2109.39	21.22

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

Figura 60 - Divisão do consumo anual (teste 1)

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	803.94	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	204.06	0.00	0.00
Interior Lighting	327.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	877.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	1386.47	26.54
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	1205.04	0.00	0.00	204.06	2190.41	26.54

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

Figura 61 - Divisão do consumo anual (teste 2)

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	788.03	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	87.87	0.00	0.00
Interior Lighting	327.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	521.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	1309.16	25.06
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	848.88	0.00	0.00	87.87	2097.19	25.06

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

Figura 62 - Divisão do consumo anual (teste 3)

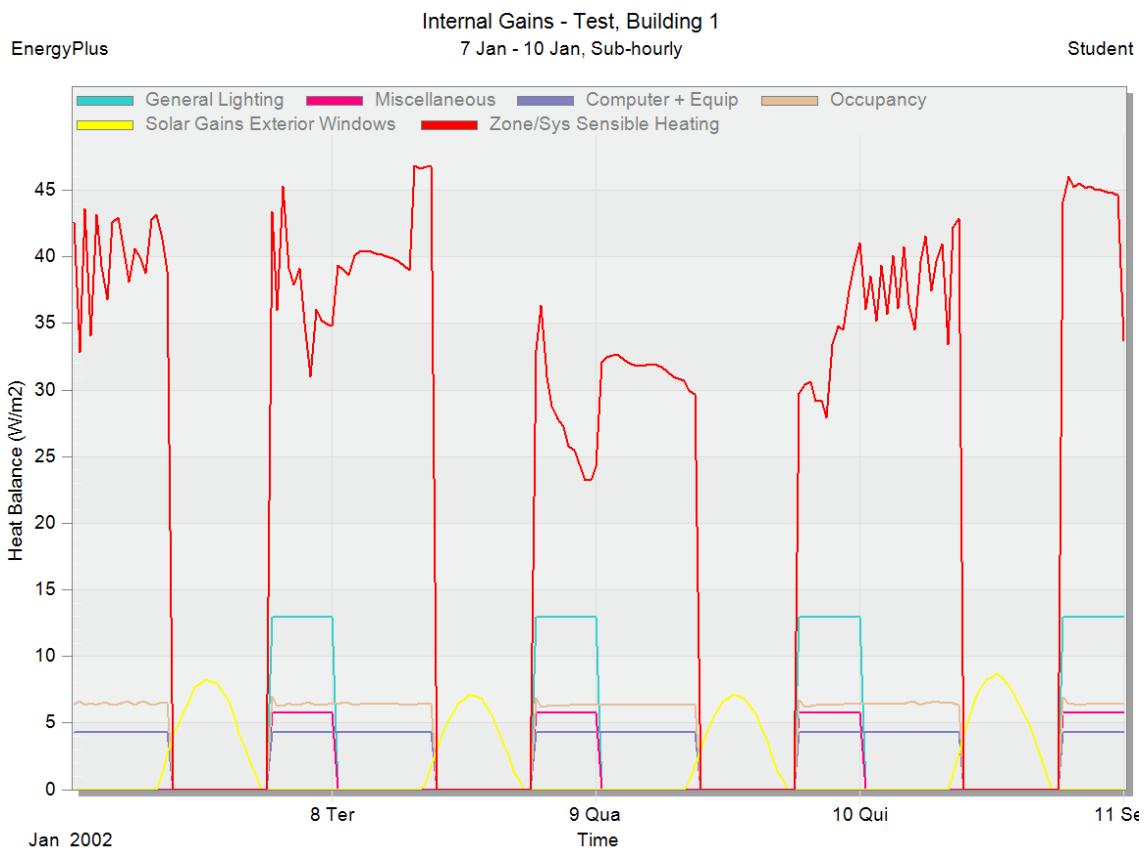


Figura 63 - Gráfico dos ganhos internos, teste 1, mês janeiro

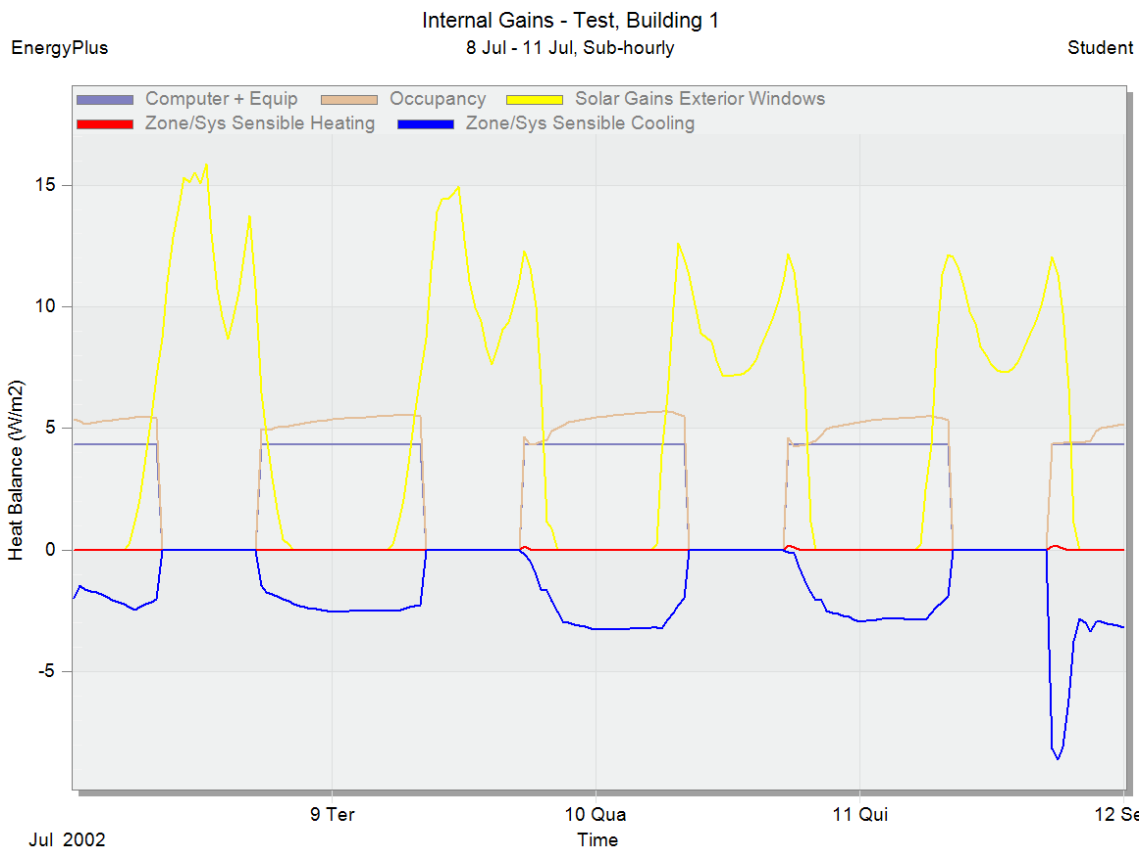


Figura 64 - Gráfico dos ganhos internos, teste 1, mês julho

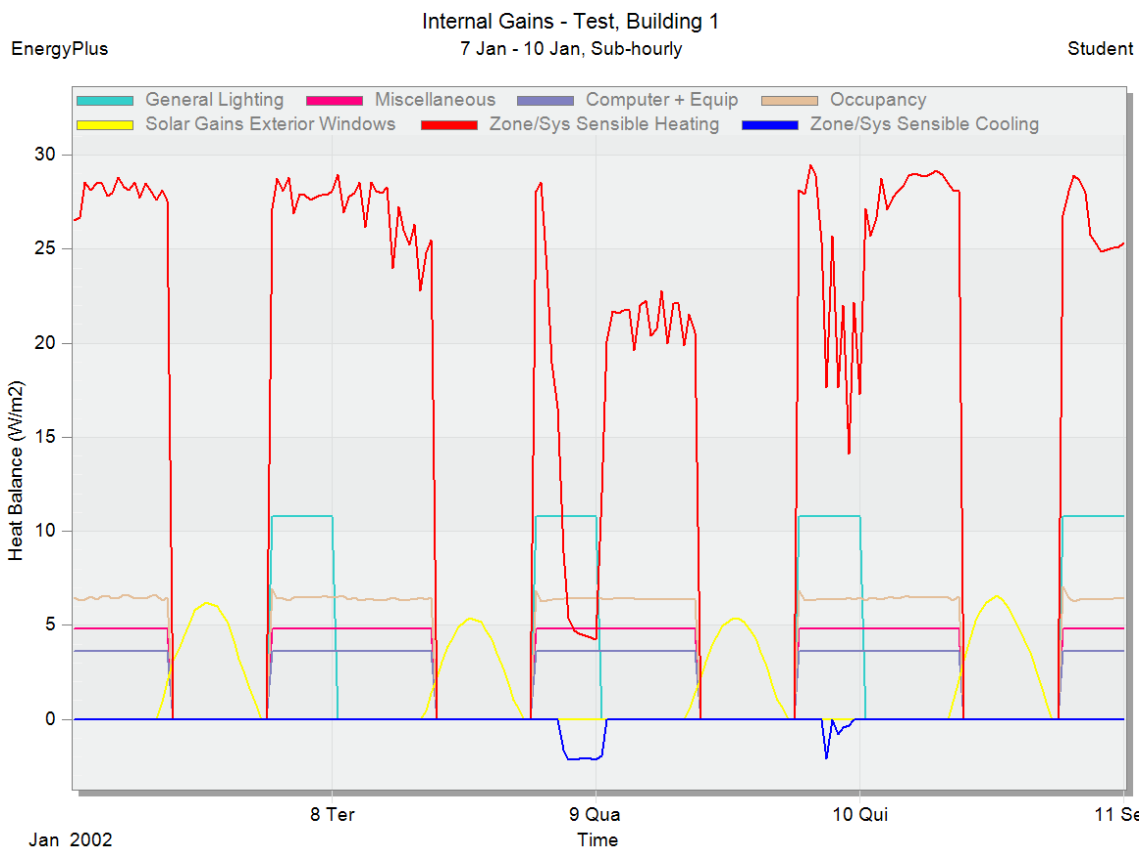


Figura 65 - Gráfico dos ganhos internos, teste 2, mês janeiro

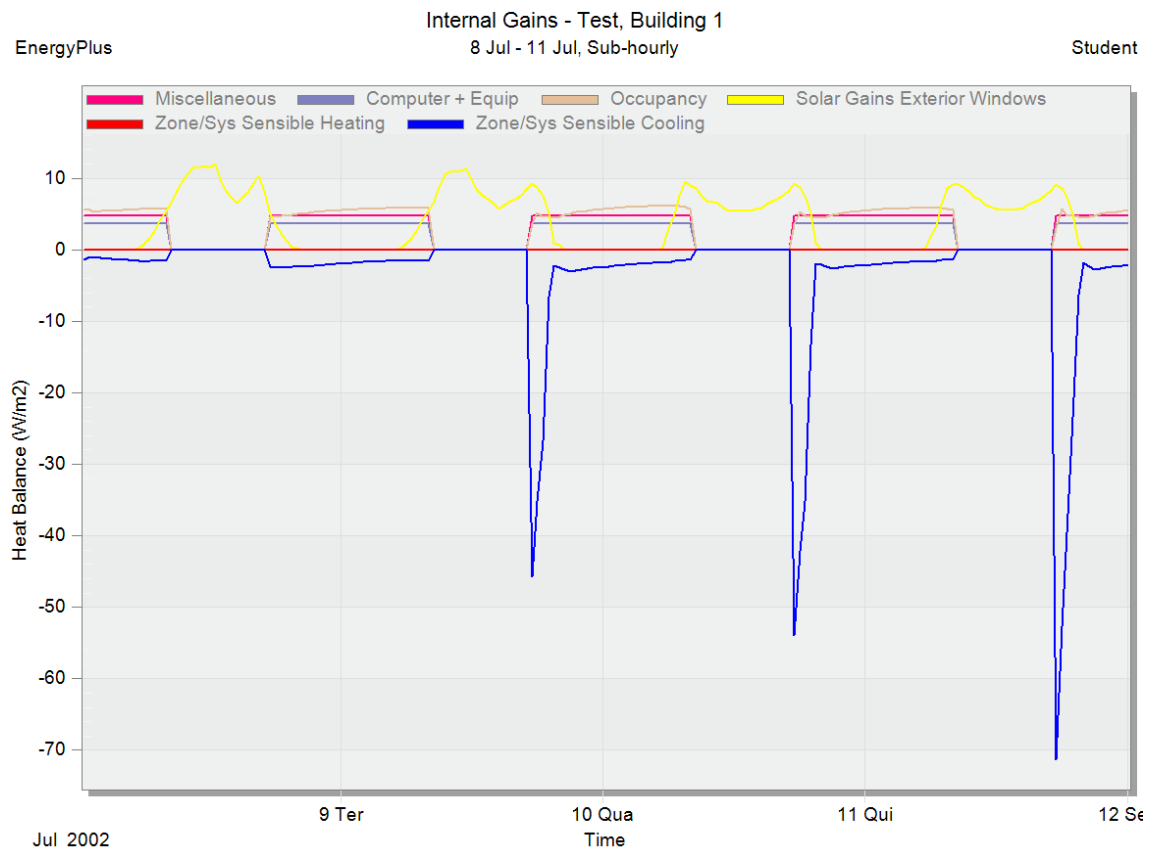


Figura 66 - Gráfico dos ganhos internos, teste 2, mês julho

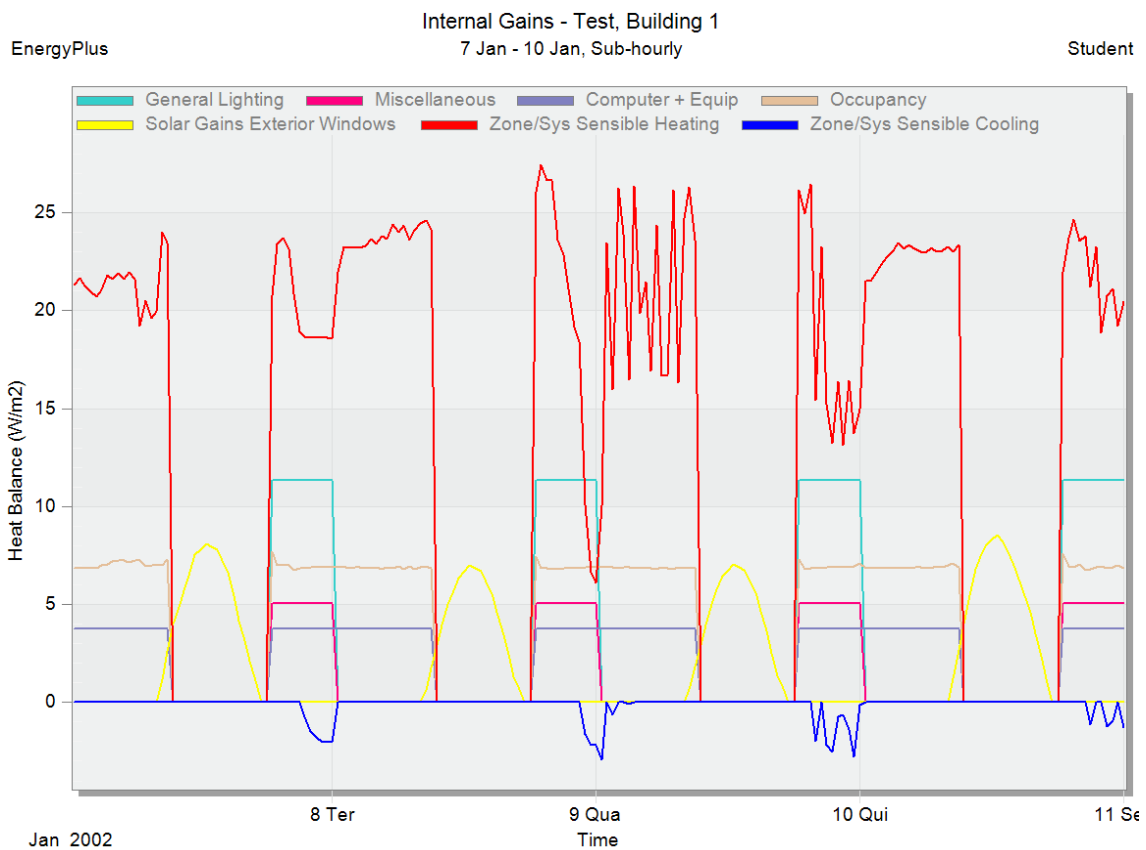


Figura 67 - Gráfico dos ganhos internos, teste 3, mês janeiro

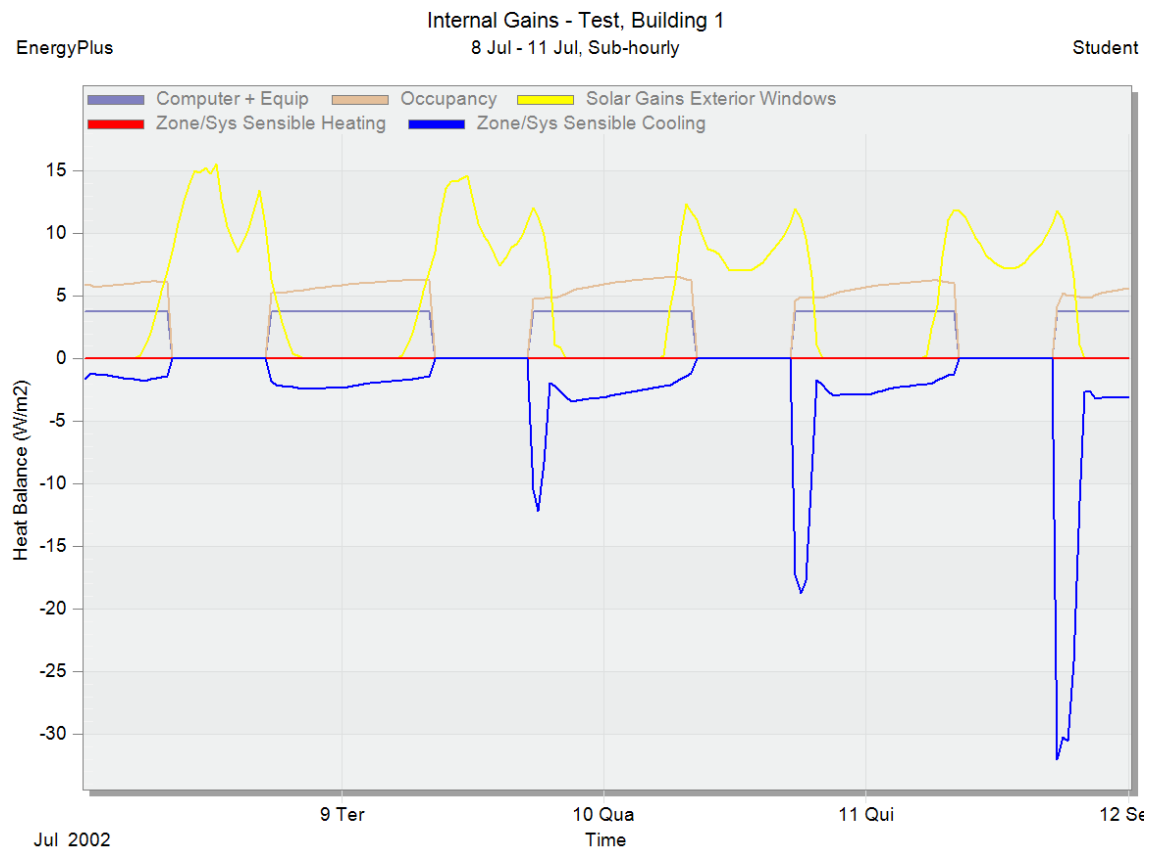


Figura 68 - Gráfico dos ganhos internos, teste 3, mês julho

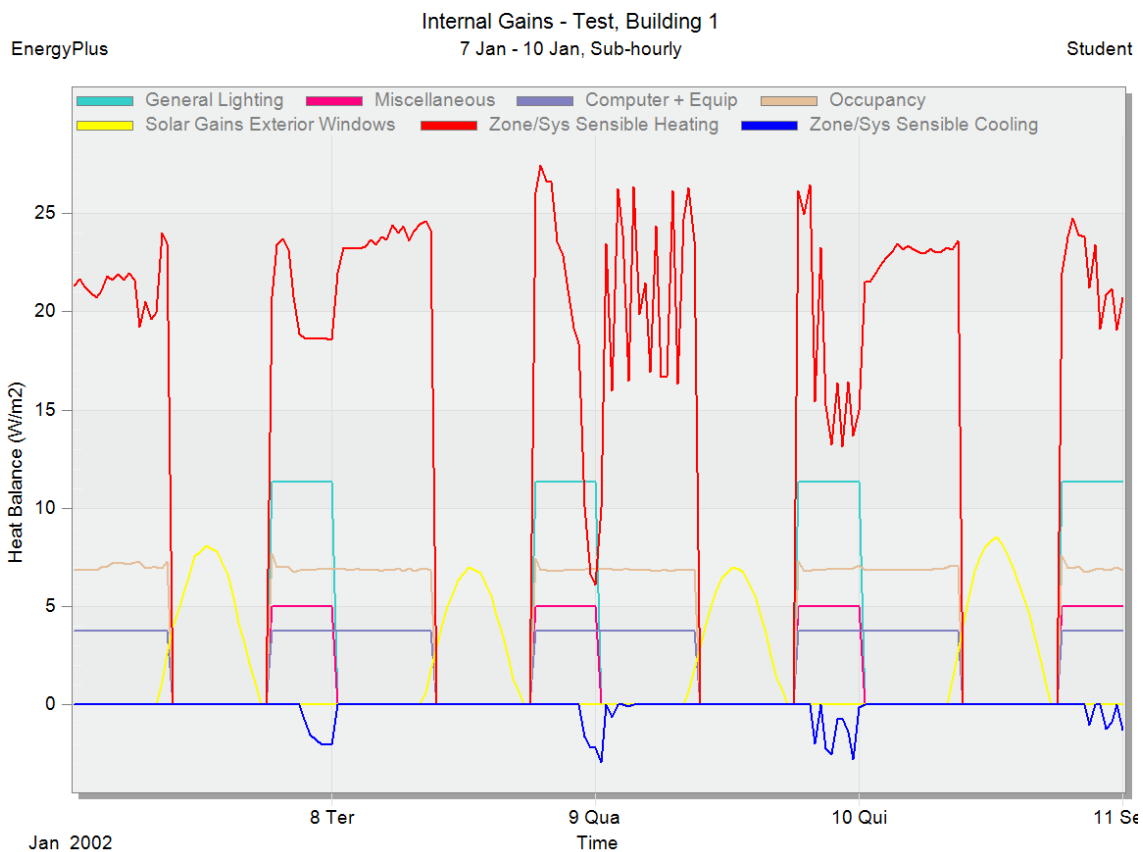


Figura 69 - Gráfico dos ganhos internos, teste 4, mês janeiro

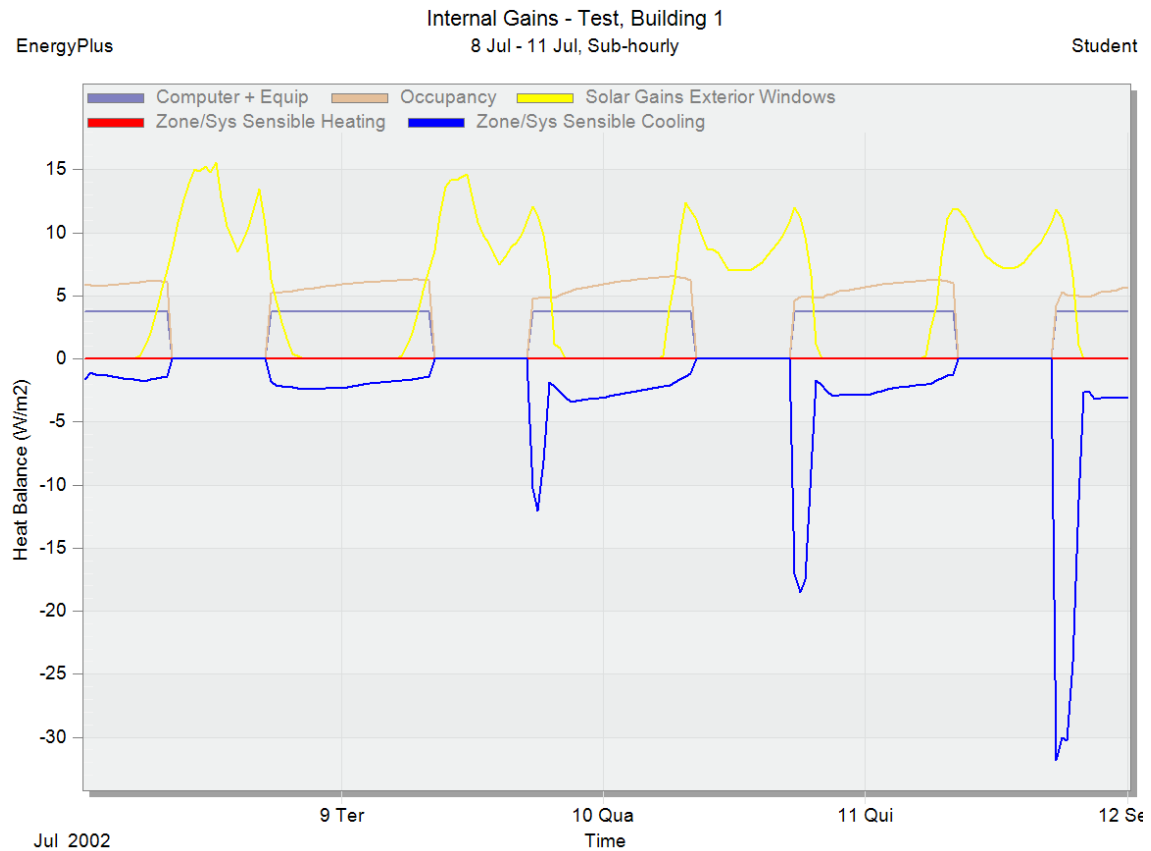
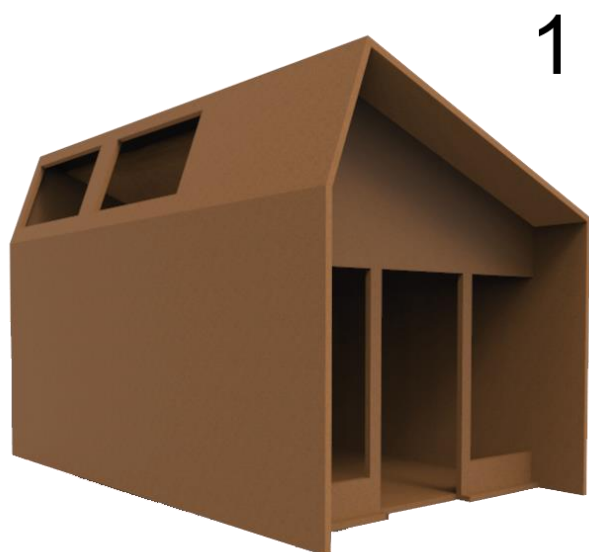
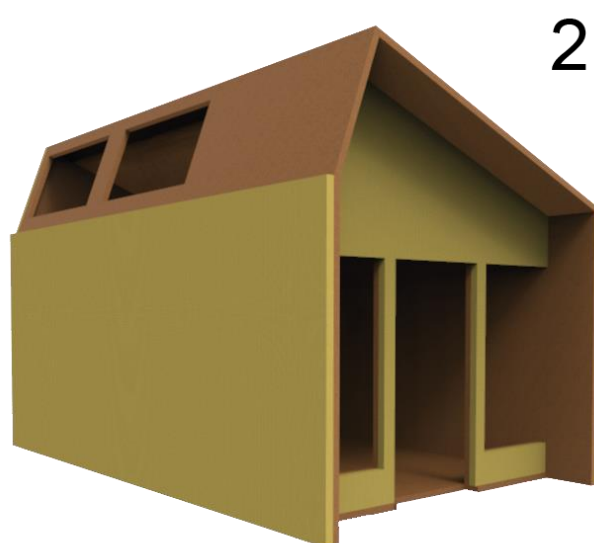


Figura 70 - Gráfico dos ganhos internos, teste 4, mês julho



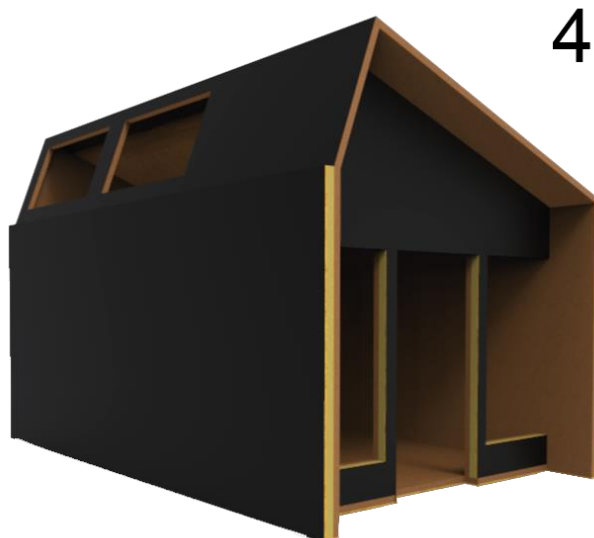
1



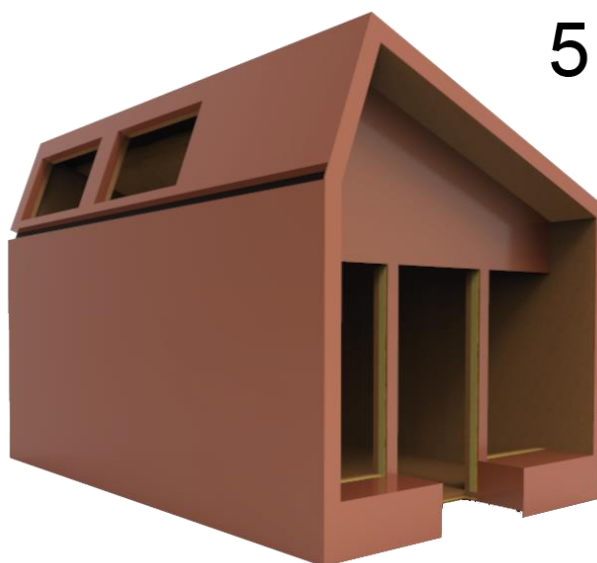
2



3



4



5

1 – Camada de aglomerado de cortiça expandida

2 – Camada de lã de rocha

3 – Camada de painéis de lamelas longas orientadas

4 – Camada de membrana hidrófuga

5 – Camada de placa de cimento (parede) e telha sanduíche (cobertura)

Figura 71 - Composição da aplicação dos materiais da solução construtiva do interior para o exterior

TABELAS AUXILIARES

Tabela 10 - Soluções construtivas avaliadas

TESTE 1	Parede Exterior	Tijolo burro 100mm XPS ¹⁶ 79,5mm Bloco de cimento 100mm Placa de gesso 13mm	U-value (W/m ² -K) = 0,350
	Cobertura	Telha de argila 24mm MW ¹⁷ 242,3mm Feltro 5mm	U-value (W/m ² -K) = 0,160
	Pavimento	Espuma de ureia 132,7mm Cimento armado 100mm Revestimento 70mm Madeira 30mm	U-value (W/m ² -K) = 0,250
	Parede Interior	Placa de gesso 25mm Caixa de ar 100mm Placa de gesso 25mm	U-value (W/m ² -K) = 1,639
	Envidraçados	Vidro triplo 3mm Caixa de ar 6mm Caixilho de madeira	U-value (W/m ² -K) = 2,178
TESTE 2	Parede Exterior	Sanduiche 60mm MW 50mm MDF ¹⁸ 10mm	U-value (W/m ² -K) = 0,321
	Cobertura	Sanduiche 30mm MW 50mm Caixa de ar 50mm Sanduiche 40mm	U-value (W/m ² -K) = 0,247
	Pavimento	Sanduiche 40mm Betão leve 70mm	U-value (W/m ² -K) = 0,678
	Parede Interior	MDF 10mm MW 45mm MDF 10mm	U-value (W/m ² -K) = 0,655
	Envidraçados	Vidro duplo 3mm Caixa de ar 6mm com corte térmico Caixilho de alumínio	U-value (W/m ² -K) = 3,700
TESTE 3	Parede Exterior	Placa de cimento 12,5mm Membrana hidrófuga 2,5mm OSB ¹⁹ 15mm MW 70mm ICB ²⁰ 60mm	U-value (W/m ² -K) = 0,258
	Cobertura	Sanduiche 80mm Membrana hidrófuga 2,5mm ICB 60mm	U-value (W/m ² -K) = 0,281
	Pavimento	Placa de cimento 12,5mm Membrana hidrófuga 2,5mm OSB 15mm ICB 60mm	U-value (W/m ² -K) = 0,521
	Parede Interior	Placa gesso cartonado isolante 25mm Caixa de ar 50mm Placa gesso cartonado isolante 25mm	U-value (W/m ² -K) = 1,454
	Envidraçados	Vidro duplo Caixa de ar 16mm com corte térmico Caixilho em PVC Cortina interior opaca (Tecnologia Velux)	U-value (W/m ² -K) = 2,300

¹⁶ Poliestireno expandido extrudido

¹⁷ Lã mineral

¹⁸ Painéis de fibras de madeira

¹⁹ Painéis de lamelas longas orientadas

²⁰ Aglomerado de cortiça expandida